

MATERIALES PARA LA ARQUITECTURA SOSTENIBLE

-

PROPUESTA DE VIVIENDA MODULAR

MARTA RODRÍGUEZ MORENO

NEREA SÁNCHEZ PARDO

JUNIO 2013

Grado en Ingeniería de Edificación

Director del PFG: Javier Orozco Messana

Modalidad: Científico - Técnico



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

2013

Previa aclaración el proyecto propuesto se ejecuta desde el punto de vista de la aplicación de materiales para la Arquitectura Sostenible, restando importancia a diferentes puntos constructivos, que no se aproximen a la funcionalidad de la vivienda modular.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Javier Orozco por su dirección técnica en la elaboración de este proyecto.

ÍNDICE

1.	2.	3.	4.	5.
INTRODUCCIÓN	DEFINICIÓN DE MODULACIÓN	PROYECTO FÍSICO	VALORACIÓN ECONÓMICA	BIBLIOGRAFÍA
(Pág.: 7)	(Pág.: 11)	(Pág.: 61)	(Pág.: 107)	(Pág.: 113)
	2.1	3.1		
	CONDICIONES CLIMÁTICAS Y ENTORNO	COMPARATIVA DE MATERIALES		
	(Pág.: 12)	(Pág.: 62)		
	2.2	3.2		
	DATOS DE USO	CÁLCULO RESISTENTE		
	(Pág.: 14)	(Pág.: 70)		
	2.3	3.3		
	DIMENSIONES FÍSICAS	SELECCIÓN DE MATERIALES		
	(Pág.: 16)	(Pág.: 84)		
	2.4	3.4		
	INSTALACIONES Y SERVICIOS	DETALLES CONSTRUCTIVOS		
	(Pág.: 34)	(Pág.: 103)		
	2.5			
	ENERGÍA			
	(Pág.: 40)			
	2.6			
	SELECIÓN DE MÓDULO			
	(Pág.: 56)			
	2.7			
	REUTILIZACIÓN Y TRANSPORTE DE MÓDULO			
	(Pág.: 58)			

1. INTRODUCCIÓN

En este proyecto trataremos de realizar una vivienda modular a base de módulos prefabricados para posteriormente analizarla desde el punto de vista de los materiales a elegir, teniendo en cuenta el factor económico, la situación de dicha vivienda y su propia sostenibilidad.

A continuación se detallarán todos estos conceptos.

2.

DEFINICIÓN DE LA MODULACIÓN

2.1
CONDICIONES CLIMÁTICAS Y ENTORNO

2.2
DATOS DE USO

2.3
DIMENSIONES FÍSICAS

2.4
INSTALACIONES Y SERVICIOS

2.5
ENERGÍA

2.6
SELECCION DE MÓDULO

2.7
REUTILIZACIÓN Y TRANSPORTE DE MÓDULO

2.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS Y ENTORNO

El cálculo de las instalaciones de la vivienda, tanto como los materiales que la constituyen y la orientación de la misma que influye en el aspecto sostenible de ésta.

Estos factores vienen condicionados por la zona donde se va a situar la vivienda, en nuestro caso dicha zona será Valencia con una posición de latitud 39° 28' 28" N y Longitud= 0° 20' 54" W.

Nos encontraremos en una zona climática IV según el CTE-DB HE-3 tabla 3.1 de Zonas climáticas.

Teniendo en cuenta la situación de la vivienda encontramos los siguientes datos climatológicos:

En el CTE-DB HE3 Tabla G.2 Datos climáticos mensuales de capitales, obtenemos las siguientes temperaturas medias y humedad relativa media.

	Tmed (°C)	HRmed (%)
Ene	10.4	63
Feb	11.4	61
Mar	12.6	60
Abr	14.5	62
May	17.4	64
Jun	21.1	66
Jul	24	67
Ago	24.5	69
Sep	22.3	68
Oct	18.3	67
Nov	13.7	66
Dic	10.9	64



Fig. 3.1. Zonas climáticas

Por otro lado según la AEMET, podemos disponer de los valores climatológicos más completos aportándonos mayor información respecto las precipitaciones anuales.

Valores climatológicos normales. Valencia

Periodo: 1971-2000 - Altitud (m): 11
 Latitud: 39° 28' 50" N - Longitud: 0° 21' 59" O - Posición: Ver localización

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	11.5	16.1	7.0	36	63	4	0	0	1	0	9	169
Febrero	12.6	17.2	7.9	32	61	3	0	0	2	0	6	169
Marzo	13.9	18.7	9.0	35	61	4	0	1	1	0	7	212
Abril	15.5	20.2	10.8	37	60	5	0	1	1	0	5	229
Mayo	18.4	22.8	14.1	34	65	5	0	2	1	0	5	256
Junio	22.1	26.2	17.9	23	65	3	0	2	1	0	8	271
Julio	24.9	29.1	20.8	9	66	1	0	2	0	0	13	314
Agosto	25.5	29.6	21.4	19	68	2	0	3	1	0	10	285
Septiembre	23.1	27.6	18.6	51	67	4	0	3	1	0	7	237
Octubre	19.1	23.6	14.5	74	66	5	0	2	0	0	6	201
Noviembre	14.9	19.5	10.4	51	65	4	0	1	1	0	7	167
Diciembre	12.4	16.8	8.1	52	65	5	0	0	1	0	7	150
Año	17.8	22.3	13.4	454	65	44	0	18	10	0	91	2660

Leyenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol

Y puesto que además prevemos la instalación de placas fotovoltaicas, serán además necesarios los valores relacionados con la radiación anual captada en dicha ubicación, de esta manera se podrá realizar los cálculos del número de placas necesarias para abastecer nuestras necesidades.

INCLIN	ENERO	FEB	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO	SEP	OCTUB	NOV	DIC	R.ANUAL	INVI
20	12.9	14.7	18.9	21.2	22.1	23.2	24.0	22.3	20.3	16.4	13.2	11.0	6602	2624
25	13.7	15.3	19.3	21.2	21.8	22.6	23.5	22.2	20.5	17.0	14.0	11.8	6694	2750
30	14.5	15.9	19.7	21.1	21.3	22.0	22.9	21.9	20.7	17.5	14.7	12.5	6748	2858
35	15.2	16.4	19.9	20.9	20.7	21.3	22.2	21.5	20.8	18.0	15.4	13.2	6763	2948
40	15.8	16.7	20.0	20.6	20.1	20.5	21.4	21.0	20.7	18.3	15.9	13.7	6740	3020
45	16.3	17.0	19.9	20.1	19.3	19.5	20.5	20.4	20.5	18.5	16.3	14.2	6679	3072
50	16.7	17.2	19.8	19.5	18.5	18.5	19.5	19.7	20.2	18.6	16.6	14.6	6580	3105
55	16.9	17.2	19.5	18.8	17.6	17.5	18.5	18.9	19.7	18.5	16.9	14.8	6444	3119
60	17.1	17.2	19.1	18.1	16.5	16.3	17.3	18.0	19.2	18.4	17.0	15.0	6272	3112
65	17.1	17.0	18.6	17.2	15.5	15.1	16.1	16.9	18.5	18.1	17.0	15.1	6065	3086
70	17.1	16.7	18.0	16.2	14.3	13.9	14.8	15.9	17.7	17.8	16.8	15.0	5827	3040

2.2 DATOS DE USO DE LA VIVIENDA

Teniendo en cuenta los estudios de mercado, el edificio proyectado corresponde a la tipología de vivienda unifamiliar aislada compuesta en un principio por una planta donde se encuentra el salón-cocina-comedor, una habitación doble y un cuarto de baño, puesto que la vivienda propuesta es modular está preparada para ampliarla en una segunda altura y dándonos la posibilidad de crear diferentes diseños y espacios en la vivienda.

El uso característico del edificio es residencial y por las dimensiones y el número de habitaciones que puede llegar a tener está destinado para una ocupación de 2 a 4 personas.

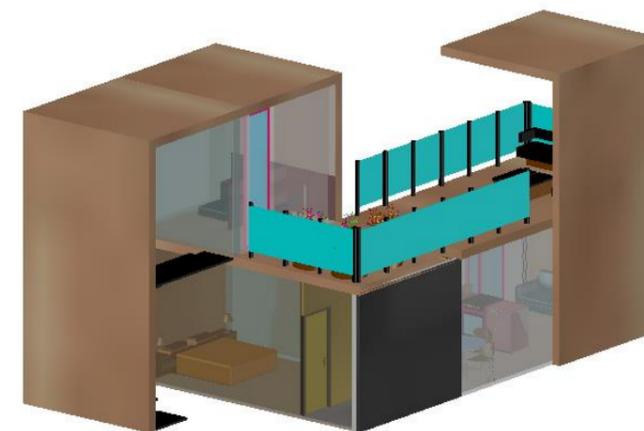
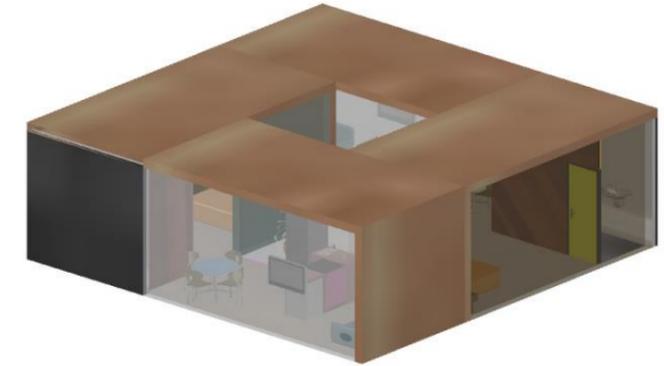
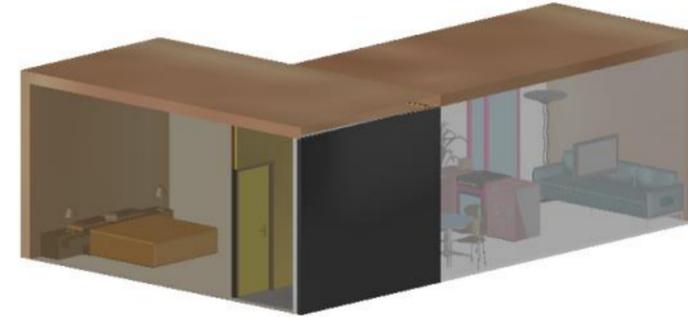
Partiendo de que esta vivienda pueden llegar a ocuparla hasta un máximo de 4 personas, se tendrá en cuenta este dato para obtener los consumos de agua y electricidad y el hecho de que la vivienda no dispone de instalación de gas ya que según estudios de mercado y para una mayor facilidad en el

momento en que se quiera trasladar a otro lugar es lo más ventajoso. Teniendo en cuenta estos datos se podrá lograr siempre un adecuado abastecimiento incluso cuando esté ocupada por el número máximo de personas.

Según la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS) y la Asociación Española de Empresas Gestoras de los Servicios de Agua a Poblaciones (AGA) en los hogares españoles se consume una media de 126 litros de agua por persona al día, por lo que en esta vivienda estará prevista para un consumo diario de 504 litros de agua, y en cuanto a consumo eléctrico éste será de 18.78 kw/día en los meses de Diciembre y Enero que son los más desfavorables y en los que más consumo puede haber de todo el año.

También se estudiará que tipo de instalaciones son necesarias y adecuadas para lograr ciertos requisitos en la vivienda como un buen acondicionamiento térmico de ésta, que se pueda

calificar de vivienda sostenible y que sea eficiente energéticamente.

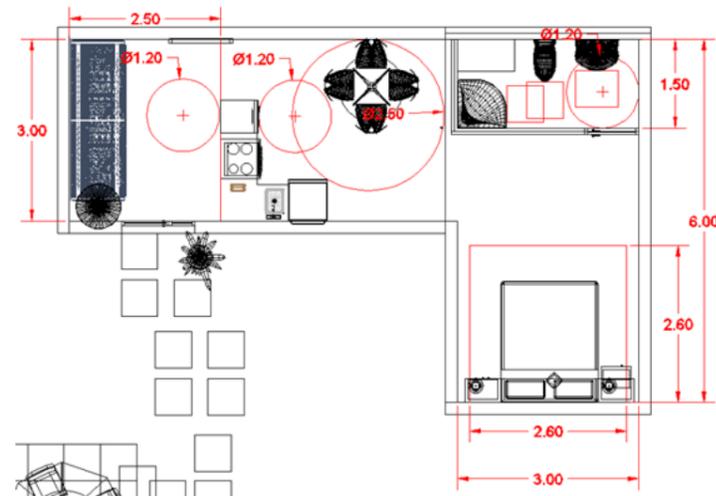


2.3. DIMENSIONES FISICAS

Para dimensionar la vivienda se ha optado por un sistema modular, el cual facilita tanto la construcción como el transporte de los elementos que van a conformar la vivienda. Además de ser un sistema que abarata los costes y los tiempos de ejecución.

Dado que la vivienda que vamos a proyectar es una vivienda unifamiliar aislada, y teniendo en cuenta la legislación actual referente a habitabilidad y

dimensiones mínimas de los espacios destinados para vivienda y tras un estudio previo de las dimensiones del módulo, se ha optado por unir dos módulos de dimensiones 3x6 metros. Donde en uno de ellos forma el espacio mínimo exigido para salón-comedor-cocina, y por otro lado a la vez se define el área de dormitorio y baño, con una limitación de 3 metros de ancho.



Esquema de dimensiones físicas de la vivienda tipo

Las dimensiones deben cumplir con la normativa vigente referente a habitabilidad y dimensiones mínimas, DC-09 "Condiciones de diseño y calidad en desarrollo del Decreto 151/2009 de 2 de octubre del Consell" y la "Modificación de la Orden 7 de Septiembre de 2010 por la que se aprueban las condiciones de diseño y calidad en desarrollo del Decreto 151/2009 de 2 de octubre del Consell". Según el Anexo 1:

- Artículo 1. Superficies útiles mínima:

La superficie útil interior de la vivienda-apartamento será 24 m². La vivienda puede tener distintos grados de compartimentación, según se agrupen o no en un mismo recinto los diferentes espacios básicos.

Los recintos que componen la vivienda contarán con la superficie mínima que se indica en la Tabla 1. "Superficie mínima de los recintos".

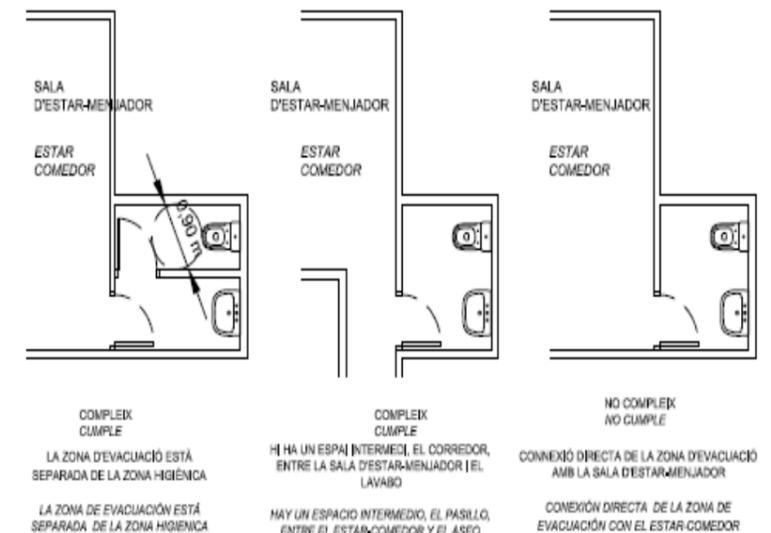
Tipos	Superficie (m ²)	
	Normativa	Vivienda
Dormitorio doble	8	9,52
Dormitorio sencillo	6	--
Estar-comedor-cocina	18	18
Baño	3	4,5

- Artículo 2. Relación entre los distintos espacios o recintos:

La relación entre los distintos espacios de la vivienda cumplirá con las siguientes condiciones:

a) El espacio para la evacuación fisiológica se ubicará en un recinto compartimentado, pudiendo albergar éste la zona de higiene personal.

El recinto que contenga el espacio para la evacuación fisiológica, no podrá conectarse directamente con el estar, el comedor o la cocina, debiendo existir un espacio intermedio delimitado.



b) Todo recinto o zona de la vivienda en la que esté ubicada una bañera o una ducha, se considerará como local húmedo a los efectos del Documento Básico HS-3 "Calidad del aire interior" del Código Técnico de la Edificación, y sus acabados superficiales cumplirán lo establecido en el apartado de acabados superficiales.

c) Cuando la vivienda tenga más de un dormitorio, se podrá acceder a un espacio para la higiene personal desde los espacios de circulación de la vivienda.

d) El baño y el aseo no podrán ser paso único para acceder a otra habitación.

Artículo 3. Dimensiones lineales:

La altura libre mínima de la vivienda será de 2,50 m, admitiéndose descuelgues hasta 2,20 m, con ocupación en planta de cada recinto de hasta el 10% de su superficie útil. En espacios de circulación, baños, aseos y cocinas, la altura libre mínima será de 2,20 m.

En las habitaciones o recintos deberán poder inscribirse dos tipos de figuras mínimas:

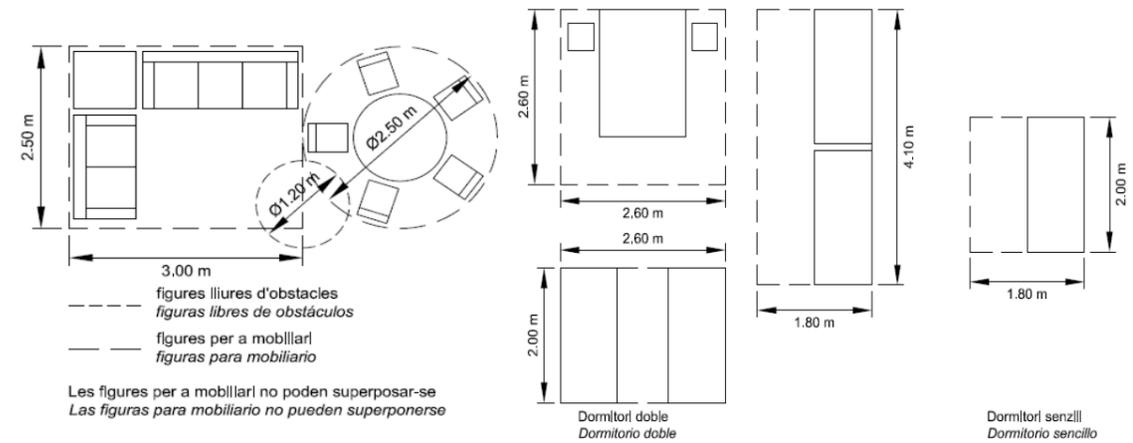
a) Las figuras libres de obstáculos, que permitan la circulación por la vivienda. Estas figuras se pueden superponer entre sí, si las funciones se agrupan en el mismo recinto.

b) Las figuras para mobiliario que permitan la ubicación de muebles en la vivienda. Estas figuras no se pueden superponer con ninguna otra figura, por estar destinada cada una a su mobiliario específico.

El abatimiento de las puertas puede invadir la figura libre de obstáculos y las figuras para mobiliario.

	Figura libre de obstáculos	Figura para mobiliario
Estar y acceso vivienda	Ø 1,20	3,00x2,50
Comedor	Ø 1,20	Ø 2,50
Cocina	Ø 1,20	1,60 entre paramentos
Lavadero		1,10x1,20
Dormitorio		Doble: 2,60x2,60 (1) 2x2,60 ó 4,10x1,80 Sencillo: 2,00x1,80
Baño (2)	Ø 1,20	

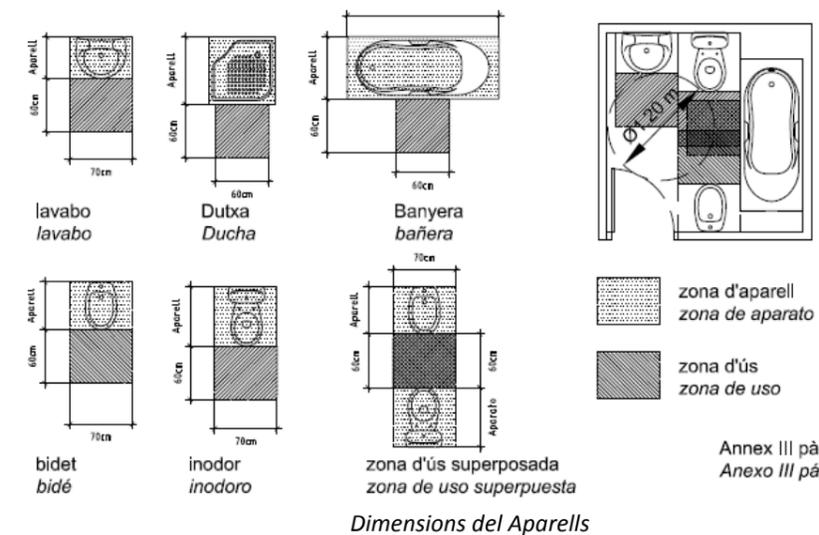
- (1) Al menos en un dormitorio doble podrá inscribirse esta figura
- (2) Al menos en un baño de la vivienda se podrá inscribir esa figura, permitiéndose invadir la zona de aparato de lavabo siempre que quede una altura libre de 0,70 m medida desde el pavimento hasta la superficie inferior del aparato, para permitir el giro de una silla de ruedas.



Las dimensiones mínimas de las zonas adscritas a los aparatos sanitarios y de las zonas de uso correspondientes se indican en la siguiente tabla:

Tipo de aparato	Zona de aparato sanitario		Zona de uso	
	Ancho (m)	Profundidad (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
Lavabo	0,70	Igual dimensión del aparato	0,70	0,60
Ducha	Igual dimensión del aparato		0,60	
Bañera	Igual dimensión del aparato		0,60	
Bidet	0,70		0,70	
Inodoro	0,70		0,70	

*El abatimiento de la puerta puede invadir la zona de uso.



Artículo 4. Circulaciones horizontales y verticales:

Se cumple además que el acceso a la vivienda es a través de una puerta cuyo hueco libre es mayor de 0,80 m de anchura y de 2,00 m de altura.

También se ha previsto un hueco al exterior mayor de 0,90 m y superficie mayor de 1,50 m²

El hueco libre en puertas de paso será como mínimo de 0,70 m de anchura y 2,00 m de altura.

La anchura de los pasillos será de 0,90 m, no se han previsto estrangulamientos.

En el caso de colocar un módulo en la parte superior de la vivienda sería necesaria colocar una escalera exterior metálica, adosada al módulo, la escalera deberá cumplir las condiciones que se establecen en el Documento Básico SUA (DB-SUA) del Código Técnico de la Edificación.

La altura libre será de 2,20 m medida desde la arista exterior del escalón hasta la cara inferior del tramo inmediatamente superior,

admitiéndose descuelgues hasta 2,00 m cuya ocupación en planta no sea superior al 25% de la escalera.

Las mesetas o rellanos tendrán un ancho mínimo igual al ancho del tramo mayor que en ella desembarca y una longitud mínima de 0,70 m medido en la línea de huella.

	Dimensiones (m)	
	Normativa	Vivienda
Ancho mínimo	0,8	0,8
Huella mínima	0,27	0,275
Tabica máxima	0,19	0,186
Altura máxima por tramo de escalera sin meseta o rellano	3,40	2,80
2 Tabicas + Huella	0,62±0,05	0,647
Ancho meseta mínimo	0,80	0,80

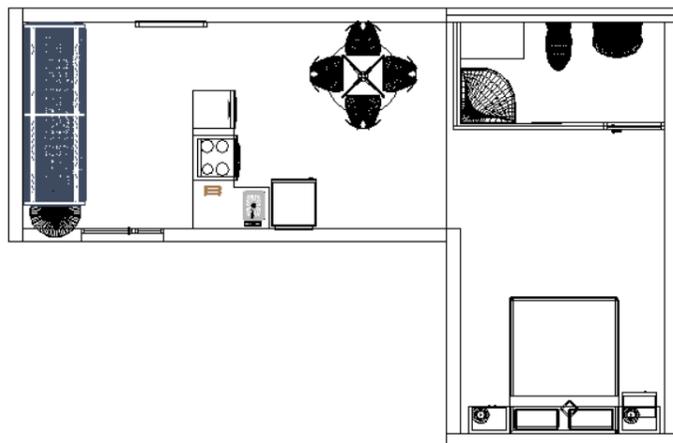
En nuestro caso no es obligatoria la instalación de un ascensor, por no ser la diferencia de altura A entre el nivel del pavimento en el eje del hueco de acceso a la vivienda y el nivel del pavimento de acceso a la vivienda de la planta más alejada superior a 4,50m y por tratarse de una única vivienda.

Con el uso así de elementos modulares y la configuración de vivienda podemos hacer crecer la vivienda con gran facilidad, puesto que en inicialmente está se encuentra acondicionada con una capacidad de 2 personas, ampliable sobre esta estructura inicial, dependiendo de las necesidades.

Estas uniones entre módulos a más de una altura se realizara mediante escalera adosada al módulo, e independizada del ambiente exterior tendríamos acceso a este módulo superior.

Las configuraciones puesto su gran modularidad son muy diversas en este caso se han estudiado diferentes números tanto a un nivel como a dos niveles, siendo esta nuestra restricción inicial. Aquí se muestran las diferentes combinaciones que se han estudiado:

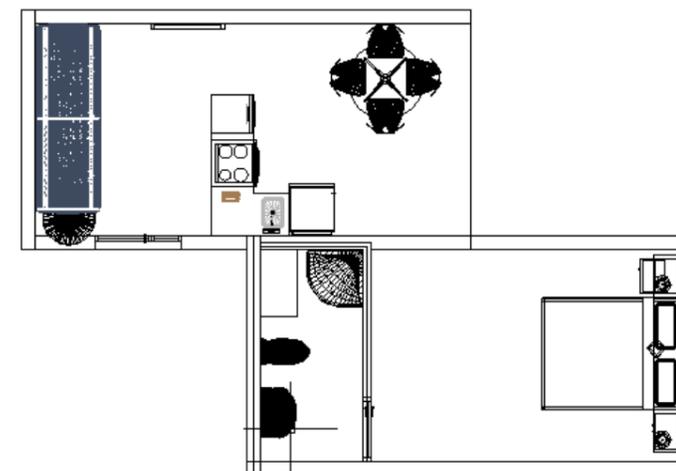




Vivienda tipo "L"

Vivienda en planta baja formada por dos módulos de 6x3m. los cuales forman salón-comedor-cocina con una superficie de 18m², y dormitorio doble y baño con la misma superficie, lo que conforman un total de 36 m².

La elección del material de los cerramientos se realizará según gustos y necesidades.

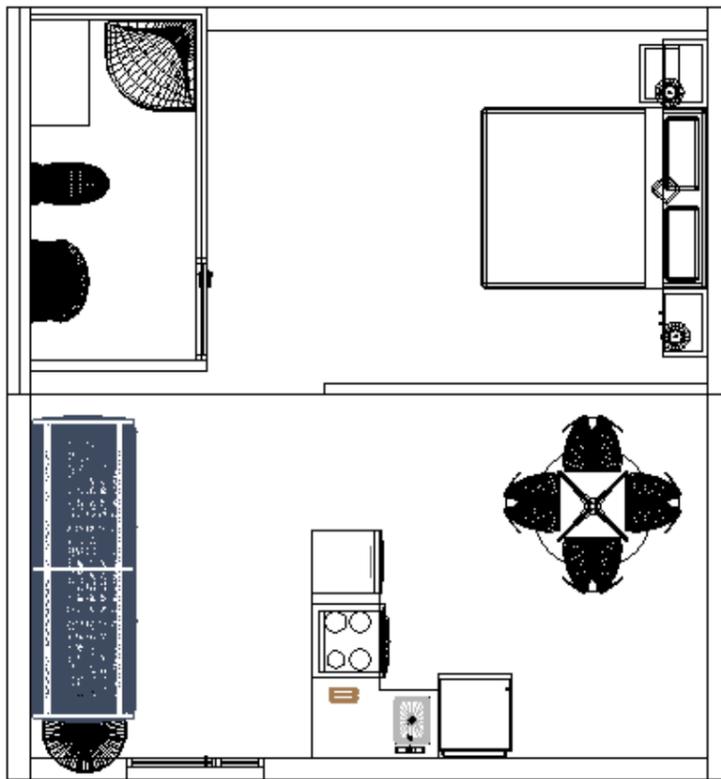


Vivienda tipo "Z"

Vivienda en planta baja formada por dos módulos de 6x3m. los cuales forman salón-comedor-cocina con una superficie de 18m², y dormitorio doble y baño con la misma superficie.

La superficie total es igual que la de la vivienda tipo "L" cambiando la distribución de los módulos, de este modo se obtendrá una mayor luminosidad a ambos lados de la vivienda.

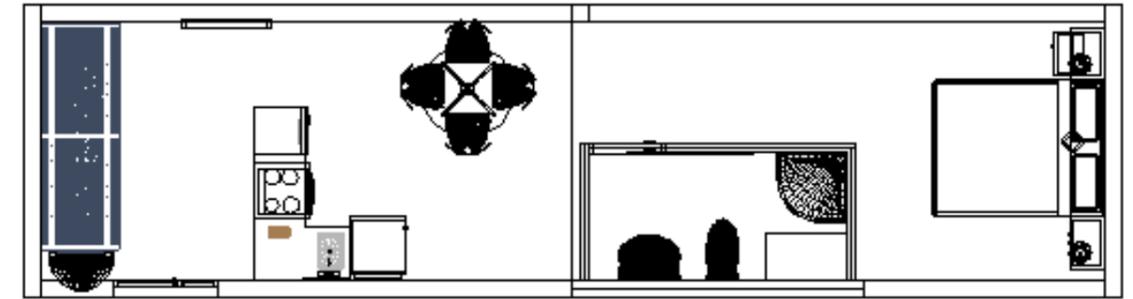




Vivienda tipo "C"

Vivienda en planta baja formada por dos módulos de 6x3m. los cuales forman salón-comedor-cocina con una superficie de 18m², y dormitorio doble y baño con la misma superficie.

Destacan de en este tipo de vivienda los diferentes espacios enlazados entre sí que proporcionan visualmente una mayor amplitud teniendo la misma superficie total que los tipo de vivienda anteriormente descritos.



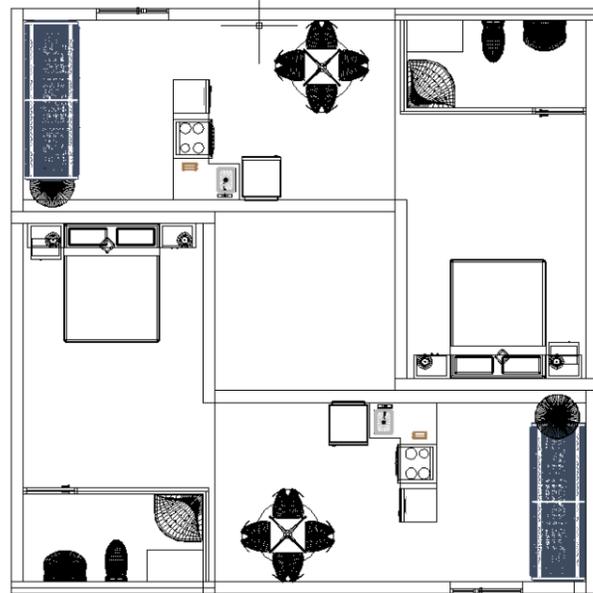
Vivienda tipo "I"

Vivienda en planta baja formada por dos módulos de 6x3m. los cuales forman salón-comedor-cocina con una superficie de 18m², y dormitorio doble y baño con la misma superficie.

La peculiaridad de este tipo de vivienda es su forma completamente alargada lo que proporciona gran luminosidad debido a la opción de que toda una fachada sea cristalera.

También se diferencia claramente la zona de día y de noche con el baño en la parte central, lo que proporciona una mayor funcionalidad y comodidad en el día a día.

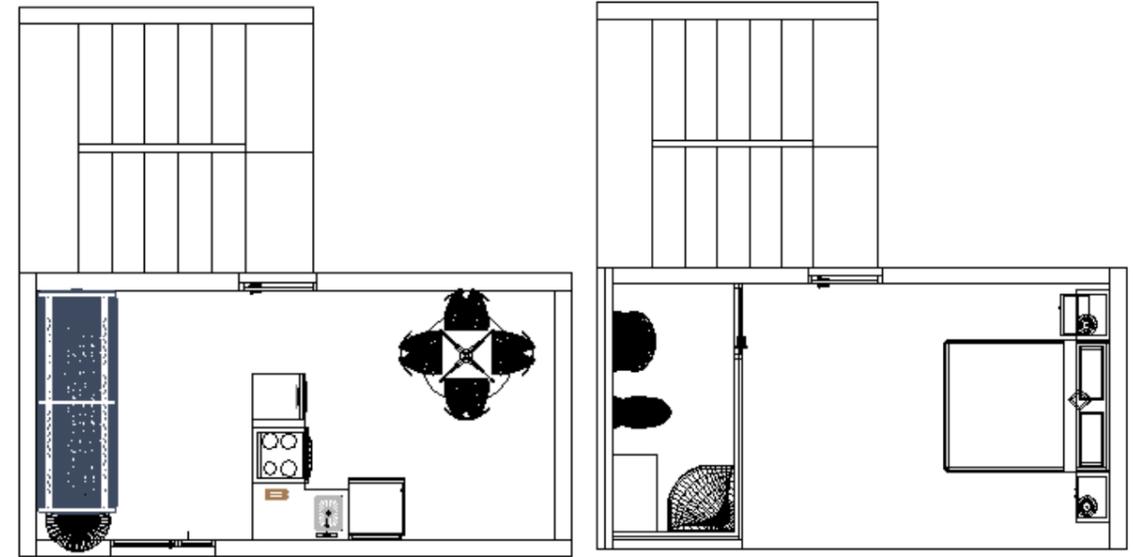




Vivienda tipo "O"

Vivienda en planta baja formada por dos módulos de 6x3m. los cuales forman salón-comedor-cocina con una superficie de 18m², y dormitorio doble y baño con la misma superficie.

Se preverá que la zona del baño disponga de cerramientos opacos y el resto de la vivienda mayoritariamente translucidos, pero con posibilidad de elección del material según gustos y necesidades.



PLANTA BAJA

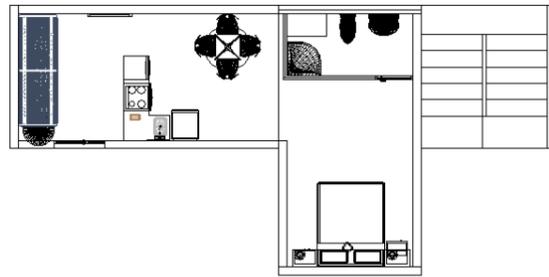
PLANTA PRIMERA

Vivienda tipo "DOBLE L"

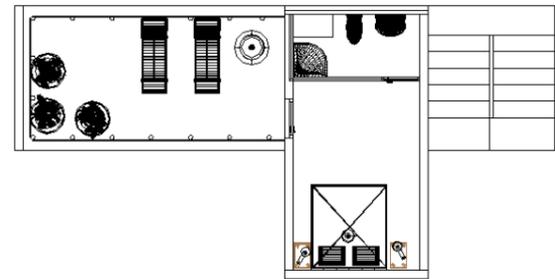
Vivienda en planta baja y planta primera formada por tres módulos de 6x3m. los cuales forman salón-comedor-cocina(en planta baja), otro módulo para que exista una comunicación vertical entre plantas mediante una escalera, y el tercero constituido por un dormitorio doble y baño.

La ventaja en este tipo de vivienda es que la dimensión en planta es menor sin reducir su superficie útil, así como la independencia de la zona de día y de noche.

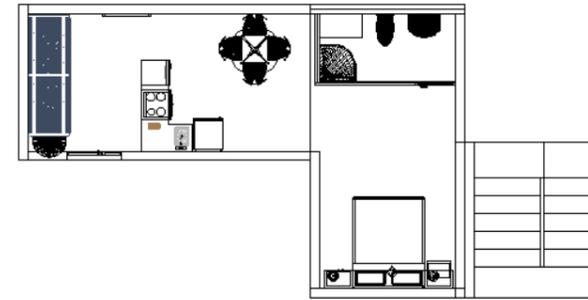




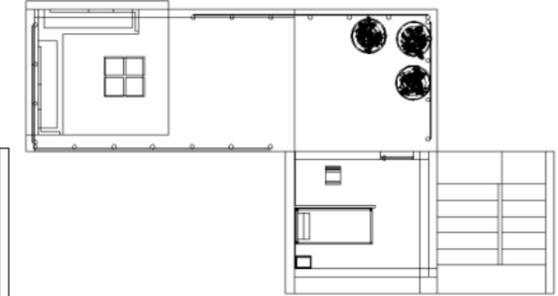
PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA



PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA

Vivienda tipo "T"

Vivienda en planta baja y planta primera formada por cuatro módulos de 6x3m. los cuales forman salón-comedor-cocina y dormitorio doble y baño con una superficie de 18m² cada uno en planta baja, otro módulo que sirve de comunicación vertical entre plantas mediante una escalera, y un cuarto módulo en la planta primera donde se dispone de otro dormitorio doble y baño.

Además de tener más dormitorios que los tipos de vivienda anteriormente descritos dispone de una amplia terraza accesible desde el dormitorio, que proporciona un espacio de tranquilidad, ocio y posibilidad de unas bonitas vistas del paisaje que rodea la vivienda.

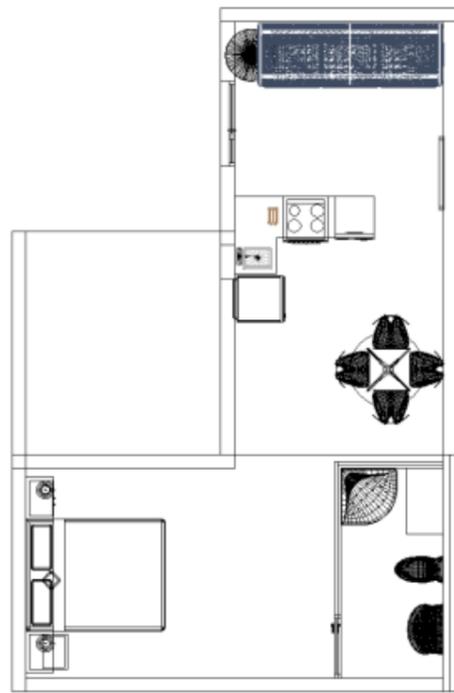


Vivienda tipo "CH"

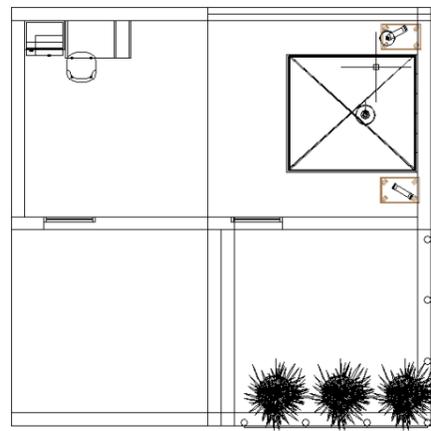
Vivienda en planta baja y planta primera formada por cinco módulos de 6x3m. los cuales forman salón-comedor-cocina y dormitorio doble y baño con una superficie de 18m² cada uno en planta baja, otro módulo que sirve de comunicación vertical entre plantas mediante una escalera, un cuarto módulo en la planta primera donde se dispone de un dormitorio simple, y un quinto módulo que forma una especie de pérgola.

Aquí la peculiaridad es la amplia terraza y zona de chill-out que crea un juego de luces y sombras en la vivienda muy agradable estéticamente y proporciona un ambiente relajante y al aire libre sin salir de la vivienda.





PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA

Vivienda tipo "D"

Vivienda en planta baja y planta primera formada por cuatro módulos de 6x3m. los cuales forman salón-comedor-cocina y dormitorio doble y baño con una superficie de 18m² cada uno en planta baja, otro módulo que sirve de comunicación vertical entre plantas mediante una escalera, y un cuarto módulo en la planta primera donde se dispone de un amplio dormitorio doble.

También dispone de una pequeña terraza creando un espacio relajante y acogedor en la vivienda.



Artículo 5. Equipamiento:

El equipamiento de la vivienda deberá cumplir las siguientes condiciones:

1. Almacenamiento

La vivienda dispondrá de un espacio para almacenamiento de la ropa y enseres que no será inferior a 0,80 m³ por usuario, con una profundidad mínima de 0,55 m, que se podrá materializar mediante armarios empotrados, mediante reserva de superficie para la disposición de mobiliario o ambas.

2. Secado de ropa

Al tratarse de una vivienda unifamiliar aislada, se optará por un sistema de secado natural en un espacio exterior de la vivienda.

Además podrá existir de forma complementaria un sistema de secado artificial que cumpla con las condiciones de calidad del aire exterior en cuanto a ventilación, así como ahorro de energía.

Los sistemas de secado no deberán interferir con las aberturas necesarias para la ventilación e iluminación de los recintos de la vivienda.

3. Aparatos

Los recintos o zonas que a continuación se expresan, contarán con el siguiente equipamiento mínimo:

Cocina: Un fregadero con suministro de agua fría y caliente, y evacuación con cierre hidráulico. Cocina, espacio para frigorífico y espacio para microondas.

Baño: Un lavabo y una ducha o bañera con suministro de agua fría y caliente, un inodoro con suministro de agua fría y todos ellos con evacuación con cierre hidráulico.

4. Acabados superficiales

Los recintos húmedos (cocina, lavadero y baño) irán revestidos con material lavable e impermeable hasta una altura mínima de 2,00 m. El revestimiento en el área de cocción será además incombustible.

En nuestro caso, la cocina está situada en el mismo recinto del estar y comedor,

por lo que se revestirán los paramentos en contacto con el mobiliario o equipamiento específicos de cocina, con material lavable e impermeable y cumpliendo con las condiciones a cumplir.

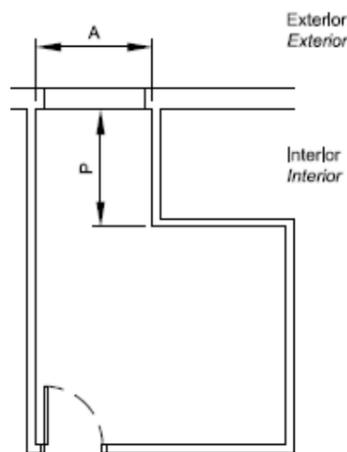
5. Iluminación natural

Para cumplir esta exigencia, los recintos o zonas con excepción del acceso, baño o aseo y trastero, dispondrán de huecos acristalados al exterior para su iluminación, con las siguientes condiciones:

a) Al menos el 30% de la superficie útil de la vivienda se iluminará a través de huecos que recaigan directamente a la vía pública, al patio de manzana o a los patios tipo I.

Necesariamente el recinto o zona de estar quedará incluido en esta superficie. Para esta comprobación superficial no se tendrán en consideración los espacios exteriores de la vivienda como balcones, terrazas u otros.

b) Los posibles estrangulamientos que se produzcan en el interior de los recintos para alcanzar huecos de fachada, tendrán hasta el hueco, una profundidad igual o inferior a la anchura del estrangulamiento, excepto en cocinas donde esta relación podrá ser 1,20 veces la anchura del estrangulamiento.



$P \leq A$ En general
En general

$P \leq 1,2 A$ En culnes
En cocinas

P = Profunditat
Profundidad

A = Amplària
Anchura

c) Existirán sistema de control de iluminación en los espacios destinados al descanso.

d) La superficie de los huecos de iluminación, en la que se incluye la superficie ocupada por la carpintería, será fracción de la superficie del recinto iluminado, teniendo en cuenta la situación de la ventana, ya sea al exterior o a patios interiores del edificio y la profundidad del recinto iluminado, según se establece en la siguiente tabla:

SITUACIÓN DE LA VENTANA		Profundidad del recinto iluminado	
		Menor de 4m.	Mayor o igual a 4m.
SITUACIÓN DE LA VENTANA	Al exterior y en patios de manzana.	10%	15%
	En patios 1,2 y 3.	15%	18%
	En patio 4.	10%	15%

Superficie de los huecos de iluminación en relación a la superficie útil de todo el recinto iluminado en %.

La superficie mínima de iluminación de la ventana deberá estar comprendida entre los 0,50 m y los 2,20 m de altura.

En el caso de que existan elementos salientes sobre una ventana, cuerpos volados del edificio u otros, la superficie de la ventana se calculará igualmente mediante la tabla, introduciendo como profundidad del recinto iluminado, la distancia del borde exterior del cuerpo volado hasta el paramento interior del recinto iluminado más alejado de la ventana.

En el caso de que se coloque una escalera y de que disponga de ventilación natural, deberá cumplir las siguientes condiciones:

i) Iluminación por huecos: la superficie del hueco será como mínimo de $1m^2$, en cada una de las plantas en las que haya viviendas. Esta no se producirá a través de balcones o terrazas de uso

privado en evitación de su posible obstrucción.

ii) Iluminación cenital: Será admisible hasta cuatro plantas, debiéndose quedar un hueco central libre en toda la altura de la escalera, en el que se pueda inscribir un círculo de 1,10 m de diámetro, tendrá una superficie traslúcida superior a los 2/3 de la superficie en planta de la caja de escalera.

6. Ventilación:

Para la ventilación de las zonas o recintos con huecos al exterior éstos serán practicables, al menos, en la tercera parte de la superficie del hueco de iluminación, definida en el punto de iluminación natural.

2.4. SERVICIOS E INSTALACIONES



La vivienda a realizar debe ser en la medida de lo posible autosuficiente, disponiendo de acometidas de electricidad, agua, calefacción.

- **Instalación eléctrica**

Para el posible abastecimiento eléctrico dispondremos de placas fotovoltaica, esta instalación no supondrá el abastecimiento total, puesto que no se instalaran baterías, el consumo será directo de las placas en el momento sea posible. De esta manera la instalación eléctrica estará apoyada en todo momento en la red eléctrica de la zona. Las placas se dispondrán en el forjado de cubierta.

La instalación eléctrica debe cumplir con el REBT y estará compuesta por:

a) Conductores eléctricos:

Serán de cobre electrolítico, aislados adecuadamente, siendo su tensión nominal de 0,6/1 kilovoltios para la línea repartidora y de 750 voltios para el resto de la instalación, debiendo estar homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-06.

b) Conductores de protección:

Serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de energía. La sección mínima de estos conductores será la obtenida utilizando la tabla 2 de la instrucción ITC-BT-19, apartado 2.3, en función de la sección de los conductores de la instalación.

c) Tubos de protección:

Los tubos a emplear serán aislantes flexibles (corrugados) normales, con protección de grado 5 contra daños mecánicos, y que puedan curvarse con las manos, excepto los que vayan a ir por el suelo o pavimento de los pisos, canaladuras o falsos techos, que serán del tipo Preplás, Reflex o similar, y dispondrán de un grado de protección de 7.

Los diámetros interiores nominales mínimos, medidos en milímetros, para los tubos protectores, en función del número, clase y sección de los conductores que deben alojar, se indican en las tablas de la instrucción ITC-BT-21. Para más de 5 conductores por tubo, y para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será, como mínima, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores, especificando únicamente los que realmente se utilicen.

d) Cajas de empalmes y derivación:

Serán de material plástico resistente o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Las dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm de profundidad y de 80 mm para el diámetro o lado interior.

La unión entre conductores, se realizaran siempre dentro de las cajas de empalme excepto en los casos indicados en el apartado 3.1 de la ITC-BT-21, no se realizará nunca por simple retorcimiento entre sí de los conductores, sino utilizando bornes de conexión, conforme a la instrucción ITC-BT-19.

e) Aparatos de mando y maniobra:

Son los interruptores y conmutadores, que cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder en ningún caso de 65º C en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal

a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

f) Aparatos de protección:

Son los disyuntores eléctricos, fusibles e interruptores diferenciales.

Los disyuntores serán de tipo magnetotérmico de accionamiento manual, y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito estará de acuerdo con la intensidad del cortocircuito que pueda presentarse en un punto de la instalación, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regularán para una temperatura inferior a los 60 ºC. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión. Estos automáticos magnetotérmicos serán de

corte omnipolar, cortando la fase y neutro a la vez cuando actúe la desconexión.

Los interruptores diferenciales serán como mínimo de alta sensibilidad (30 mA) y además de corte omnipolar. Podrán ser “puros”, cuando cada uno de los circuitos vayan alojados en tubo o conducto independiente una vez que salen del cuadro de distribución, o del tipo con protección magnetotérmica incluida cuando los diferentes circuitos deban ir canalizados por un mismo tubo.

Los fusibles a emplear para proteger los circuitos secundarios o en la centralización de contadores serán calibrados a la intensidad del circuito que protejan. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Deberán poder ser reemplazados bajo tensión sin peligro alguno, y llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

g) Puntos de utilización:

Las tomas de corriente a emplear serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra. El número de tomas de corriente a instalar, en función de los m² de la vivienda y el grado de electrificación, será como mínimo el indicado en la instrucción ITC-BT-25 en su apartado 4.

h) Puesta de tierra

Las puestas a tierra podrán realizarse mediante electrodos de 2 m de longitud, colocando sobre su conexión con el conductor de enlace su correspondiente arqueta registrable de toma de tierra, y el respectivo borne de comprobación o dispositivo de conexión. El valor de la resistencia de puesta a tierra de 25 ohmios, teniendo en cuenta que se realizara sobre terrenos de cultivos con un valor medio de resistencia del terreno de 50 ohmios.

- **Instalación fontanería**

Se dispondrá la instalación de fontanería que suministre nuestras necesidades, está estará compuesta por diferentes componentes como es el acceso de la red (acometida) de agua directo a nuestra vivienda, la cual se realizara mediante tuberías de polietileno. Dicha instalación se compone según lo establecido en el Art.3.2-CTE-DB-HS4 por:

1) Acometida

1.1. La acometida debe disponer, como mínimo, de los elementos siguientes:

a) una llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra el paso a la acometida;

b) un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general;

c) Una llave de corte en el exterior de la propiedad

1.2. En el caso de que la acometida se realice desde una captación privada o en zonas rurales en las que no exista una red general de suministro de agua, los equipos a instalar (además de la captación propiamente dicha) serán los siguientes: válvula de pie, bomba para el trasiego del agua y válvulas de registro y general de corte.

2) Instalación general

2.1. La instalación general debe contener, en función del esquema adoptado, los elementos que le correspondan de los que se citan en los apartados siguientes.

3) Llave de corte general

3.1. La llave de corte general servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior.

4) Filtro de la instalación general

4.1. El filtro de la instalación general debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 µm, con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.

5) Armario o arqueta del contador general:

5.1. El armario o arqueta del contador general contendrá, dispuestos en este orden, la llave de corte general, un filtro de la instalación general, el contador, una llave, grifo o racor de prueba, una

válvula de retención y una llave de salida. Su instalación debe realizarse en un plano paralelo al del suelo.

5.2. La llave de salida debe permitir la interrupción del suministro al edificio. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.

6) Tubo de alimentación

6.1. El trazado del tubo de alimentación debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.

7) Distribuidor principal

7.1. El trazado del distribuidor principal debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.

7.2. Debe adoptarse la solución de distribuidor en anillo en edificios tales como los de uso sanitario, en los que en caso de avería o reforma el suministro interior deba quedar garantizado.

7.3. Deben disponerse llaves de corte en todas las derivaciones, de tal forma que en caso de avería en cualquier punto no deba interrumpirse todo el suministro.

8) Instalaciones particulares

8.1. Las instalaciones particulares estarán compuestas de los elementos siguientes:

a) una llave de paso situada en el interior de la propiedad particular en lugar accesible para su manipulación;

b) derivaciones particulares, cuyo trazado se realizará de forma tal que las derivaciones a los cuartos húmedos sean independientes. Cada una de estas derivaciones contará con una llave de corte, tanto para agua fría como para agua caliente;

c) ramales de enlace;

d) puntos de consumo, de los cuales, todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, en general, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

• **Calefacción**

En relación a la calefacción se dispondrá de una caldera de pellet que nos abastecerá de ACS y al suelo radiante. Para un trabajo menor de la caldera y ahorro de combustible las placas solares y acumuladores de agua que irán directamente conectados a dicha caldera disponiendo el agua a mayor temperatura que a la ambiente.

La caldera podrá ser de características similares al modelo RenervIT, que está disponible en tres niveles de potencia y con tres sistemas de cargas, manual, tornillos sin fin y aspiración. En nuestro caso puesto que las dimensiones de la vivienda son limitadas escogeremos el método de carga manual,

suponiendo esta de un depósito de 300l.

Este tipo de calderas nos ofrecen un balance económico y ambiental positivo ya que:

- Los sistemas de calefacción por biomasa como el resto de sistemas de calefacción, emiten a la atmósfera CO2 resultante de la quema de este combustible. Pero este CO2 emitido es el mismo que el de las plantas, funciona como el combustible que absorbieron cuando estaban vivas. De modo que el balance final de CO2 emitido se aproximaría a cero.

-El precio de los pellets es más despreciable que el del gas o gasóleo al estar estas más influenciados por intereses económicos y políticos con los riesgos de la especulación que ello conlleva.

Además la combinación con el suelo radiante emitirá el calor por la superficie del suelo. En los sistemas por agua el calor se produce en la caldera y se lleva mediante tuberías de poliestireno a redes

de tuberías empotradas bajo el pavimento de los locales.

Este sistema tiene la ventaja de que la emisión se hace por radiación, por lo que se puede tener en los locales habitados una temperatura seca del aire menor que con otros sistemas de calefacción, lo que supone menores pérdidas de calor por los muros, techos o suelos en contacto con el exterior. En España, con las temperaturas mínimas exteriores normales, el ahorro de este sistema puede estimarse entre un 15% y un 20%, sin disminuir las prestaciones en cuanto a comodidad térmica (sensación térmica).

Para una misma sensación térmica, la temperatura ambiente media de un local es inferior si se calefacta por suelo radiante a si se calefacta mediante radiadores, convectores de aire, etc. Al calefactar mediante otros sistemas, la temperatura de las zonas elevadas del local es mayor (temperatura no sentida por el usuario). Esto origina un desperdicio de la energía y con ello un aumento de la

factura de combustible y un aumento de pérdidas de calor en caldera y en las conducciones debido a la mayor temperatura del agua de impulsión y retorno.

Además para una misma sensación térmica de 20°C en el ambiente, los radiadores deben trabajar con agua a 80°C, mientras que el suelo radiante trabaja con agua a 45°C. Como es lógico, el ahorro más inmediato se produce en esa energía que no usamos para seguir subiendo la temperatura del agua.

El mantenimiento de la instalación está libre de mantenimiento alguno desde el día de su puesta en marcha.

Elementos que componen el suelo radiante:

a) Tubo de plástico o multicapa:

Es un tubo de polietileno de alta densidad, reticulado por radiación de electrones. Las técnicas puestas en servicio para la fabricación aseguran una gran regularidad dimensional

(diámetro y espesor de las paredes).

b) Placas de aislamiento:

Aislamiento periférico. Es necesario separar mecánica y fónicamente la placa base del suelo radiante de los tabiques. Esto se consigue mediante el aislamiento periférico, constituido por unas tiras rígidas de Poliestireno expandido

c) Grapas de fijación:

Para sujetar el tubo a las placas de aislamiento, se utilizan unas grapas autoperforantes que, clavadas sobre los tacos-guía en las zonas curvas del tubo, impiden que este se desplace de su posición.

d) Conjuntos de distribución:

Los diferentes circuitos formados por los tubos de polietileno reticulado van unidos a un colector de ida y otro de retorno. Por las mejores características en cuanto a resistencia mecánica y térmica, la tubería multicapa es la mejor opción para la realización de estos circuitos.

2.5. ENERGIA



Nuestra vivienda modular está diseñada con capacidad de 2 a 4 personas, es por esto que para el cálculo y dimensionamiento de las canalizaciones de suministro de agua, saneamiento y electricidad se realizará el cálculo para el número más desfavorable en cuanto a las necesidades y abastecimiento de estas, es decir, para 4 personas.

▪ **Instalación fotovoltaica**

Para éste cálculo tendremos en cuenta el número de electrodomésticos y aparatos con que cuenta la vivienda, así como puntos o tomas de luz y la zona donde se encuentra, en nuestro caso Valencia.

Analizaremos las potencias mínimas para el mayor abastecimiento de la instalación fotovoltaica.

Esta instalación será mediante placas fotovoltaicas modelo JMK250M Mono Crystalline Module, además de la instalación eléctrica con funcionamiento paralelo a estas, que se activara automáticamente en el momento no sea suficiente

la captación solar mediante las placas para nuestras necesidades.

Las potencias a estudiar variarían según la demanda y/o uso en función de las condiciones climáticas que el entorno nos ofrezca y estación.

Potencias obtenidas a través de casas Oficiales y

Electrodomésticos	Pot(kw)
Nevera	0,6
T.V	0,4
Alumbrado	0,15
Horno	3,5
Cocina	3
T. Corriente	0,7
Caldera de Pellet	0,1
Lavadora	2

Reglamento Electrotécnico.

Para el caculo de número de placas necesarias seguiremos los siguientes pasos:

1º) Calculo de potencia diaria mensual:

Para este tendremos en cuenta las potencias anteriormente dichas en Wattio x hora y las horas de funcionamiento diario en el mes específico del cálculo.

A este resultado le aplicaremos un coeficiente de mayoración para trabajar con mayor seguridad de un 20%.

Tras los cálculos obtenemos que el mes más desfavorable con un consumo de potencia mayor es en Enero, por lo que el resto de cálculos se basaran sobre dicho mes.

2º) Aplicación del método del mes Critico

Se trata del cociente entre las potencias obtenidas en el apartado anterior y la captación solar para cada mes.

Realizaremos los cálculos para las dos inclinaciones más usuales en nuestra ubicación 45º y 60º.

60º	POTENCIA	RADIACION	
ENERO	21180	17,1	1238,60
FEBRERO	18660	17,2	1084,88
MARZO	18420	19,1	964,40
ABRIL	18480	18,1	1020,99
MAYO	18510	16,5	1121,82
JUNIO	17064	16,3	1046,87
JULIO	13884	17,3	802,54
AGOSTO	11364	18,0	631,33
SEPTIEMBRE	13740	19,2	715,63
OCTUBRE	15180	18,4	825,00
NOVIEMBRE	18060	17,0	1062,35
DICIEMBRE	18780	15,0	1252,00

45º	POTENCIA	RADIACION	
ENERO	21180	16,3	1299,39
FEBRERO	18660	17	1097,65
MARZO	18420	19,9	925,63
ABRIL	18480	20,1	919,40
MAYO	18510	19,3	959,07
JUNIO	17064	19,5	875,08
JULIO	13884	20,5	677,27
AGOSTO	11364	20,4	557,06
SEPTIEMBRE	13740	20,5	670,24
OCTUBRE	15180	18,5	820,54
NOVIEMBRE	18060	16,3	1107,98
DICIEMBRE	18780	14,2	1322,54

ENERO				
Electrodomésticos	Pot(kw)	Tiempo	Pot/día	Coef. 20%
Nevera	600	4	2400	2880
T.V	400	4	1600	1920
Alumbrado	150	6	900	1080
Horno	3500	0,2	700	840
Cocina	3000	3	9000	10800
T. Corriente	700	0,5	350	420
Caldera de Pellet	100	7	700	840
Lavadora	2000	1	2000	2400
Total			17650	21180

FEBRERO				
Electrodomésticos	Pot(kw)	Tiempo	Pot/día	Coef. 20%
Nevera	600	4	2400	2880
T.V	400	4	1600	1920
Alumbrado	150	6	900	1080
Horno	3500	0,2	700	840
Cocina	3000	3	9000	10800
T. corriente	700	0,5	350	420
Caldera de Pellet	100	6	600	720
Lavadora	2000	1	2000	2400
Total			15550	18660

JULIO				
Electrodomésticos	Pot(kw)	Tiempo	Pot/día	Coef. 20%
Nevera	600	6	3600	4320
T.V	400	2	800	960
Alumbrado	150	3	450	540
Horno	3500	0,1	350	420
Cocina	3000	2	6000	7200
T.corriente	700	0,5	350	420
Caldera de Pellet	100	0,2	20	24
Lavadora	2000	1	2000	2400
Total			11570	13884

AGOSTO				
Electrodomésticos	Pot(kw)	Tiempo	Pot/día	Coef. 20%
Nevera	600	6,5	3900	4680
T.V	400	1	400	480
Alumbrado	150	2	300	360
Horno	3500	0	0	0
Cocina	3000	1,5	4500	5400
T. corriente	700	0,5	350	420
Caldera de Pellet	100	0,2	20	24
Lavadora	2000	1	2000	2400
Total			9470	11364

MARZO				
Electrodomesticos	Pot(kw)	Tiempo	Pot/día	Coef. 20%
Nevera	600	4	2400	2880
T.V	400	4	1600	1920
Alumbrado	150	6	900	1080
Horno	3500	0,2	700	840
Cocina	3000	3	9000	10800
T. corriente	700	0,5	350	420
Caldera de Pellet	100	4	400	480
Lavadora	2000	1	2000	2400
Total			15350	18420

ABRIL				
Electrodomesticos	Pot(kw)	Tiempo	Pot/día	Coef. 20%
Nevera	600	4,5	2700	3240
T.V	400	4	1600	1920
Alumbrado	150	5	750	900
Horno	3500	0,2	700	840
Cocina	3000	3	9000	10800
T. corriente	700	0,5	350	420
Caldera de Pellet	100	3	300	360
Lavadora	2000	1	2000	2400
Total			15400	18480

SEPTIEMBRE				
Electrodomésticos	Pot(kw)	Tiempo	Pot/día	Coef. 20%
Nevera	600	6	3600	4320
T.V	400	2	800	960
Alumbrado	150	2	300	360
Horno	3500	0,1	350	420
Cocina	3000	2	6000	7200
T. corriente	700	0,5	350	420
Caldera de Pellet	100	0,5	50	60
Lavadora	2000	1	2000	2400
Total			11450	13740

OCUTUBRE				
Electrodomésticos	Pot(kw)	Tiempo	Pot/día	Coef. 20%
Nevera	600	4	2400	2880
T.V	400	2,5	1000	1200
Alumbrado	150	4	600	720
Horno	3500	0,2	700	840
Cocina	3000	2,5	7500	9000
T. corriente	700	0,5	350	420
Caldera de Pellet	100	1	100	120
Lavadora	2000	1	2000	2400
Total			12650	15180

MAYO				
Electrodomésticos	Pot(kw)	Tiempo	Pot/día	Coef. 20%
Nevera	600	5	3000	3600
T.V	400	4	1600	1920
Alumbrado	150	4,5	675	810
Horno	3500	0,2	700	840
Cocina	3000	3	9000	10800
T. corriente	700	0,5	350	420
Caldera de Pellet	100	1	100	120
Lavadora	2000	1	2000	2400
Total			15425	18510

JUNIO				
Electrodomésticos	Pot(kw)	Tiempo	Pot/día	Coef. 20%
Nevera	600	6	3600	4320
T.V	400	4	1600	1920
Alumbrado	150	3	450	540
Horno	3500	0,2	700	840
Cocina	3000	2,5	7500	9000
T. corriente	700	0,5	350	420
Caldera de Pellet	100	0,2	20	24
Lavadora	2000	1	2000	2400
Total			14220	17064

NOVIEMBRE				
Electrodomésticos	Pot(kw)	Tiempo	Pot/día	Coef. 20%
Nevera	600	4	2400	2880
T.V	400	3	1200	1440
Alumbrado	150	6	900	1080
Horno	3500	0,2	700	840
Cocina	3000	3	9000	10800
T.corriente	700	0,5	350	420
Caldera de Pellet	100	5	500	600
Lavadora	2000	1	2000	2400
Total			15050	18060

DICIEMBRE				
Electrodomésticos	Pot(kw)	Tiempo	Pot/día	Coef. 20%
Nevera	600	4	2400	2880
T.V	400	4	1600	1920
Alumbrado	150	6	900	1080
Horno	3500	0,2	700	840
Cocina	3000	3	9000	10800
T. corriente	700	0,5	350	420
Caldera de Pellet	100	7	700	840
Lavadora	2000	1	2000	2400
Total			15650	18780

Una vez obtenidos los resultados concluimos que el mes de Enero obtenemos una radiación mayor con una inclinación de 60º siendo de 17.1 kw/m2dia frente a la de 45º siendo de 16.3 kw/m2dia. Por lo que escogeremos la inclinación de mayor radiación en Enero y el coeficiente menor ya que así la relación Potencia/Radiación es menor, es decir 60º.

3º) Calculo de número de placas necesarias.

Debemos tener en cuenta las siguientes características de las placas fotovoltaicas a instalar.

Wp= 250 (Pot.máxima)

Vmp= 49.5 (Vol.maximo)

Imp= 5.05

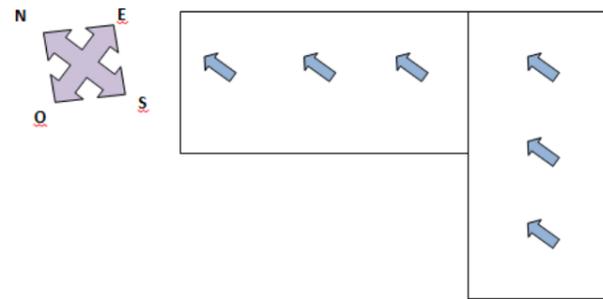
Dimensiones 1,07x1,60m.

Con dichos valores y la potencia más desfavorable obtenida en el mes de Enero con un valor de 21880 W/día. Sustituiremos en la siguiente fórmula:

$$N_T = \frac{L_{ndc,cr}}{P_{MPP} \cdot HPS_{cr} \cdot PR}$$

$$N_T = \frac{21880}{250 \cdot 17,1 \cdot 0,9} = 5,68 \rightarrow 6 \text{ placas}$$

Por lo que para concluir sabemos que debemos disponer de 6 placas fotovoltaicas modelo JMK250M Mono Crystalline Module, una por serie y 6 en paralelo. Estas se dispondrán orientadas a Norte para evitar el factor sobra entre ellas.



Agua fría

El primer paso a realizar será el cálculo del caudal instantáneo o simultáneo de cada tramo de instalación, éste se determinará en función de los aparatos de consumo,

en la tabla 2.1 del Código Técnico de la Edificación, Suministro de agua (CTE DB HS4) se reflejan los caudales mínimos para agua fría con los que deben ser suministrados los diferentes aparatos y equipos que conforman el equipamiento de la vivienda.

El caso donde el caudal necesario es mayor es cuando la vivienda dispone de cocina y dos baños, por lo que el caudal instantáneo mínimo será:

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm³/s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm³/s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Cocina { Fregadero → 0,20
Lavadora → 0,20
Lavavajillas → 0,15 } ⇒ TOTAL = 1,35 dm³/s

Baños { Ducha (2) → 2x 0,20 = 0,40
Inodoro con cisterna (2) → 2x 0,10 = 0,20
Lavabo (2) → 2x 0,10 = 0,20 }

El caudal simultáneo dependerá entre otros factores de si es un edificio de viviendas o una vivienda unifamiliar, así como de si el uso es para local comercial o para viviendas, por lo que se utilizará la siguiente fórmula:

$$Q_s = \left[\frac{1}{\sqrt{N-1}} + \alpha(0,035 + 0,035 \cdot \log_{10}(\log_{10}N)) \right] \cdot Q_i$$

Q_s = Caudal simultáneo (l/s)

N = Número de aparatos instalados en la vivienda

α = Coeficiente del tipo de uso del suministro → Para viviendas α = 2

Q_i = Caudal instantáneo de la vivienda tipo

$$Q_s = \left[\frac{1}{\sqrt{9-1}} + 2(0,035 + 0,035 \cdot \log_{10}(\log_{10}9)) \right] \cdot 1,35 = 0,5698 \text{ l/s} = 0,5698 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

La velocidad a la que circule el agua debe estar comprendida entre 0,6 y 1,5 m/s, por lo que para una velocidad recomendable de 1 m/s el diámetro de cálculo es:

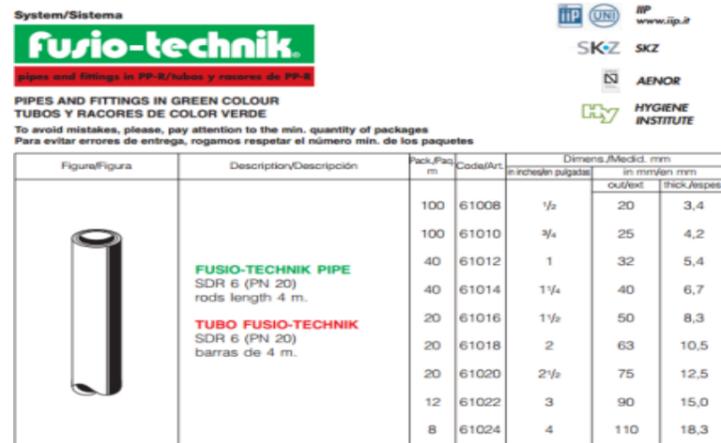
$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q(\text{m}^3/\text{s})}{\pi \cdot c(\text{m/s})}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,5698 \cdot 10^{-3} (\text{m}^3/\text{s})}{\pi \cdot 1(\text{m/s})}} = 0,02693\text{m} = 26,93\text{mm}.$$

El diámetro que obtenemos por cálculo es de 26,93 mm., por lo que ya que la tubería será de polipropileno PP-R 80 en la casa comercial SISCOCAN el diámetro nominal será de 40 mm. con un espesor de 6,7 mm.

Tras la elección de estas dimensiones el diámetro interior de la tubería será de 26,6 mm., por lo que comprobaremos que con este diámetro la velocidad de circulación sigue siendo óptima:

$$C = \frac{4 \cdot 0,5698 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot (26,6 \cdot 10^{-3})^2} = 1,02 \text{ m/s}$$

La velocidad cuanto más próxima a 1 m/s es mejor por lo que el diámetro elegido es muy favorable.



System/Sistema
fusio-technik
Pipes and fittings in PP-R/tubos y racores de PP-R
PIPES AND FITTINGS IN GREEN COLOUR
TUBOS Y RACORES DE COLOR VERDE
To avoid mistakes, please, pay attention to the min. quantity of packages
Para evitar errores de entrega, rogamos respetar el número min. de los paquetes

Figura/Figura	Description/Descripción	Pack/Pack m	Code/Art	Dimens./Medid. mm		
				in inches/pulgadas	in mm/mm	out/Ext
	FUSIO-TECHNIK PIPE SDR 6 (PN 20) rods length 4 m. TUBO FUSIO-TECHNIK SDR 6 (PN 20) barras de 4 m.	100	61008	1/2	20	3,4
		100	61010	3/4	25	4,2
		40	61012	1	32	5,4
		40	61014	1 1/4	40	6,7
		20	61016	1 1/2	50	8,3
		20	61018	2	63	10,5
		20	61020	2 1/2	75	12,5
		12	61022	3	90	15,0
		8	61024	4	110	18,3

Tabla de diámetros comerciales de tuberías de PP

Agua caliente

Igual que para el cálculo de la instalación de agua fría en la instalación de agua caliente se seguirán los mismos pasos.

En la tabla 2.1 del Código Técnico de la Edificación, Suministro de agua (CTE DB HS4) se reflejan los caudales mínimos para agua caliente con los que deben ser suministrados los diferentes aparatos y equipos que conforman el equipamiento de la vivienda.

El caso donde el caudal necesario es mayor es cuando la vivienda dispone de cocina y dos baños, por lo que el caudal instantáneo mínimo será:

- Cocina { Fregadero → 0,10
- { Lavadora → 0,15
- { Lavavajillas → 0,10
- Baño { Ducha (2) → 2x 0,10 = 0,20
- { Lavabo (2) → 2x 0,065 = 0,13

⇒ TOTAL = 0,68 dm³/s

El caudal simultáneo dependerá entre otros factores de si es un edificio de viviendas o una vivienda unifamiliar, así como de si el uso es para local comercial o para viviendas, por lo que se utilizará la siguiente fórmula:

$$Q_s = \left[\frac{1}{\sqrt{N-1}} + \alpha(0,035 + 0,035 \cdot \log_{10} \cdot (\log_{10} N)) \right] \cdot Q_i$$

Q_s = Caudal simultáneo (l/s)

N = Número de aparatos instalados en la vivienda

α = Coeficiente del tipo de uso del suministro → Para viviendas α = 2

Q_i = Caudal instantáneo de la vivienda tipo

$$Q_s = \left[\frac{1}{\sqrt{7-1}} + 2(0,035 + 0,035 \cdot \log_{10} \cdot (\log_{10} 7)) \right] \cdot 0,68 = 0,3217 \text{ l/s} = 0,3217 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

La velocidad a la que circule el agua debe estar comprendida entre 0,6 y 1,5 m/s, por lo que para una velocidad recomendable de 1 m/s el diámetro de cálculo es:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q(m^3/s)}{\pi \cdot c(m/s)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,3217 \cdot 10^{-3} (m^3/s)}{\pi \cdot 1(m/s)}} = 0,0202m = 20,20mm.$$

El diámetro que obtenemos por cálculo es de 20,20 mm., por lo que ya que la tubería será de polipropileno PP-R 80 en la casa comercial SISCOCAN (la tabla de diámetros comerciales anteriormente adjunta) el diámetro nominal será de 32 mm. con un espesor de 5,4 mm.

Tras la elección de estas dimensiones el diámetro interior de la tubería será de 21,2 mm., por lo que comprobaremos que con este diámetro la velocidad de circulación sigue siendo óptima:

$$C = \frac{4 \cdot 0,3217 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot (21,2 \cdot 10^{-3})^2} = 0,9113 \text{ m/s}$$

La velocidad cuanto más próxima a 1 m/s es mejor por lo que el diámetro elegido es muy favorable.

▪ Saneamiento

Para el dimensionamiento de las bajantes de aguas residuales se atenderá al apartado 4.1.2 del Código Técnico de la Edificación (CTE DB HS5) donde dice lo siguiente:

1. El dimensionado de las bajantes debe realizarse de forma tal que no se rebase el límite de $\pm 250 \text{ Pa}$ de variación de presión y para un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no sea mayor que 1/3 de la sección transversal de la tubería.

2. El diámetro de las bajantes se obtiene en la tabla 4.4 como el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas.

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Por lo que ya que nuestra vivienda es de 2 plantas y 9 aparatos en el caso más desfavorable, la dimensión de la bajante será de 50mm. de diámetro.

3. Las desviaciones con respecto a la vertical, se dimensionan con el criterio siguiente:

a) Si la desviación forma un ángulo con la vertical menor que 45° , no se requiere ningún cambio de sección.

b) Si la desviación forma un ángulo mayor que 45° , se procede de la manera siguiente.

i) el tramo del bajante situado por encima de la desviación se dimensiona como se ha especificado de forma general;

ii) el tramo de la desviación, se dimensiona como un colector horizontal, aplicando una pendiente del 4% y considerando que no debe ser menor que el tramo anterior;

iii) para el tramo situado por debajo de la desviación se adoptará un diámetro igual o mayor al de la desviación.

Para el dimensionamiento de bajantes y colectores se calculará el caudal de aguas pluviales a través de la intensidad pluviométrica cuyo valor se fija en 100mm/h. No obstante, el CTE DB HS-5 propone para intensidades pluviométricas distintas (apéndice B de HS-5), se corrija la superficie de recogida de aguas pluviales mediante un factor de corrección "f", en vez de la intensidad.

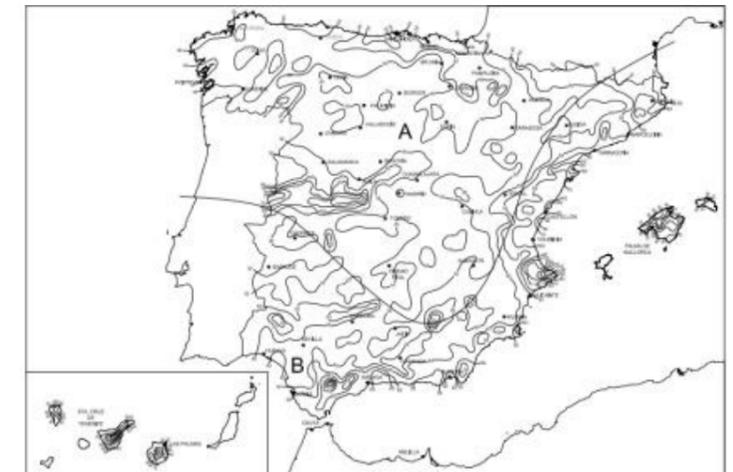
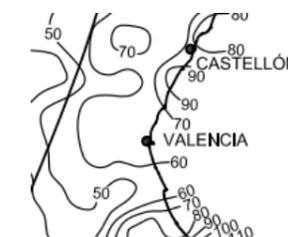


Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265



En nuestro caso la vivienda se encuentra en Valencia, por lo que atendiendo al mapa de isoyetas y a la intensidad pluviométrica obtenemos que:

$$i = 150 - \frac{(150-135)}{(70-60)} \cdot (70 - 65) = 142,5 \text{ mm/h} \quad f = i/100 = 1,425$$

$$S_{\text{corregida}} = S_{\text{real}} \cdot f \quad S_{\text{corregida}} = 1,425 \cdot S_{\text{real}}$$

La superficie real de la cubierta de la vivienda es de 36 m², por lo que la superficie corregida será de:

$$S_{\text{corregida}} = 1,425 \cdot 36 = 51,3 \text{ m}^2$$

Tras obtener esta superficie se observará la tabla 4.8 del CTE DB HS5 adjuntada a continuación y ya que nuestra superficie no es mayor a 65 m² el diámetro nominal de la bajante será de 50mm.

El diámetro que obtenemos por cálculo es de 50 mm. , por lo que ya que la tubería será de polipropileno PP-R 80 en la casa comercial SISCOCAN (la tabla adjunta anteriormente) el diámetro nominal será de 75 mm. con un espesor de 12,5 mm

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

▪ **Electricidad**

Según la Instrucción Técnica Complementaria de Baja Tensión para instalaciones interiores en viviendas (ITC-BT-25) cada estancia deberá tener unos puntos de utilización mínimos que se reflejan en la siguiente tabla y relacionan los circuitos mínimos previstos con sus características eléctricas. Las ubicaciones indicadas en la tabla se considera orientativa, por ejemplo la lavadora puede estar instalada en otra dependencia de la vivienda.

El timbre no computa como "punto de utilización" en el circuito C1.

Los conmutadores, cruzamientos, telerruptores y otros dispositivos de características similares se consideran englobados en el genérico "interruptor" indicado en la anterior tabla.

Punto de luz es un punto de utilización del circuito de alumbrado que va comandado por un interruptor independiente y al que puede conectarse una o varias luminarias.

En el caso de instalar varias tomas de corriente para receptor de TV o asociadas a la infraestructura común de las telecomunicaciones (ICT), computa como un solo punto de utilización hasta un máximo de 4 tomas.

Se recomienda que los puntos de utilización para calefacción, aire acondicionado y circuito de sistemas de automatización sean del tipo caja de conexión que incorpore regleta de conexión y dispositivo de retención de cable.

La sección mínima indicada por circuito está calculada para un número limitado de puntos de utilización.

De aumentarse el número de puntos de utilización, será necesaria la instalación de circuitos adicionales correspondientes.

Cada accesorio o elemento del circuito en cuestión tendrá una corriente asignada, no inferior al valor de la intensidad prevista del receptor o receptores a conectar.

El grado de electrificación en nuestra vivienda, será básica. Ya que para que deba ser "electrificación elevada" debería cumplir con las siguientes condiciones:

- superficie útil de la vivienda superior a 160 m².
- si está prevista la instalación de aire acondicionado.
- si está prevista la instalación de calefacción eléctrica.
- si está prevista la instalación de sistemas de automatización.
- si está prevista la instalación de una secadora.
- si el número de puntos de utilización de alumbrado es superior a 30.
- si el número de puntos de utilización de tomas de corriente de uso general es superior a 20.
- si el número de puntos de utilización de tomas de corriente de los cuartos de baño y auxiliares de cocina es superior a 6.

La sección mínima indicada por circuito está calculada para un número limitado de puntos de utilización.

De aumentarse el número de puntos de utilización, será necesaria la instalación de circuitos adicionales correspondientes.

Cada accesorio o elemento del circuito en cuestión tendrá una corriente asignada, no inferior al valor de la intensidad prevista del receptor o receptores a conectar.

El valor de la intensidad de corriente prevista en cada circuito se calculará de acuerdo con la fórmula:

$$I = n \times I_a \times F_s \times F_u$$

Dónde:

$n \rightarrow$ nº de tomas o receptores

$I_a \rightarrow$ Intensidad prevista por toma o receptor

$F_s \rightarrow$ Relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total

$F_u \rightarrow$ Factor medio de utilización de la potencia máxima del receptor

Estancia	Circuito	Mecanismo	nº mínimo	Superf./Longitud
Acceso	C ₁	pulsador timbre	1	
Vestibulo	C ₁	Punto de luz Interruptor 10 A	1	---
	C ₂	Base 16 A 2p+T	1	---
Sala de estar o Salón	C ₁	Punto de luz Interruptor 10 A	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	3 ⁽¹⁾	una por cada 6 m ² , redondeado al entero superior
	C ₃	Toma de calefacción	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
Dormitorios	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	3 ⁽¹⁾	una por cada 6 m ² , redondeado al entero superior
	C ₃	Toma de calefacción	1	---
Baños	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1	---
	C ₂	Base 16 A 2p+T	1	---
Pasillos o distribuidores	C ₁	Puntos de luz Interruptor/Conmutador 10 A	1	uno cada 5 m de longitud uno en cada acceso
	C ₂	Base 16 A 2p+T	1	hasta 5 m (dos si L > 5 m)
	C ₃	Toma de calefacción	1	---
Cocina	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	2	extractor y frigorífico
	C ₃	Base 25 A 2p+T	1	cocina/horno
	C ₄	Base 16 A 2p+T	3	lavadora, lavavajillas y termo
	C ₅	Base 16 A 2p+T	3 ⁽²⁾	encima del plano de trabajo
	C ₆	Toma calefacción	1	---
Terrazas y Vestidores	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)

Los dispositivos automáticos de protección tanto para el valor de la intensidad asignada como para la Intensidad máxima de cortocircuito se corresponderá con la intensidad admisible del circuito y la de cortocircuito en ese punto respectivamente.

La sección de los conductores será como mínimo la indicada en la siguiente tabla, y además estará condicionada a que la caída de tensión sea como máximo el 3 %. Esta caída de tensión se calculará para una intensidad de funcionamiento del circuito igual a la intensidad nominal del interruptor

automático de dicho circuito y para una distancia correspondiente a la del punto de utilización más alejado del origen de la instalación interior. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límite especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad F _s	Factor utilización F _u	Tipo de toma ⁽⁷⁾	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm ² ⁽⁸⁾	Tubo o conducto Diámetro mm ⁽³⁾
C ₁ Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz ⁽⁸⁾	10	30	1,5	16
C ₂ Tomas de uso general	3.450	0,2	0,25	Base 16 A 2p+T	16	20	2,5	20
C ₃ Cocina y horno	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C ₄ Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16 A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A ⁽⁶⁾	20	3	4 ⁽⁶⁾	20
C ₅ Baño, cuarto de cocina	3.450	0,4	0,5	Base 16 A 2p+T	16	6	2,5	20
C ₆ Calefacción	(2)	---	---	---	25	---	6	25
C ₇ Aire acondicionado	(2)	---	---	---	25	---	6	25
C ₁₀ Secadora	3.450	1	0,75	Base 16 A 2p+T	16	1	2,5	20
C ₁₁ Automatización	(9)	---	---	---	10	---	1,5	16

(1) La tensión considerada es de 230 V entre fase y neutro.

(2) La potencia máxima permisible por circuito será de 5.750 W

(3) Diámetros externos según ITC-BT 19

(4) La potencia máxima permisible por circuito será de 2.300 W

(5) Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra de PVC bajo tubo empotrado en obra, según tabla 1 de ITC-BT-19. Otras secciones pueden ser requeridas para otros tipos de cable o condiciones de instalación

(6) En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conductor de sección 2,5 mm² que parte de una caja de derivación del circuito de 4 mm².

(7) Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T serán fijas del tipo indicado en la figura C2a y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura ESB 25-5A, ambas de la norma UNE 20315.

(8) Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito.

(9) El punto de luz incluirá conductor de protección

En nuestro caso de vivienda como en anteriores cálculos se realizará el cálculo de intensidad de corriente para el tipo de vivienda modular más desfavorable que consta de comedor-salón cocina, 2 dormitorios y 2 baños:

- (C1) Iluminación
- Dormitorios (2)-2 puntos de luz → 2x2= 4
 - Baños (2)-2 puntos de luz → 2x2= 4
 - Terraza-2 puntos de luz → 2
 - Comedor-cocina-salón-4 puntos de luz → 4
 - Pulsador timbre-1 punto de luz → 1
 - Zona escaleras-2 puntos de luz → 2

Intensidad de corriente (I) = $17 \cdot 200 \cdot 0,75 \cdot 0,5 = 1275 \text{ W}$

Tubo o conducto de diámetro 16mm.

- (C2) Tomas de uso general
- Dormitorios (2)-3 puntos de luz → 3x2= 6
 - Comedor-cocina-salón-5 puntos de luz → 5

Intensidad de corriente (I) = $11 \cdot 3450 \cdot 0,20 \cdot 0,25 = 1897,5 \text{ W}$

Tubo o conducto de diámetro 20mm.

- (C3) Cocina-horno
- Cocina-1 punto de luz → 1

Intensidad de corriente (I) = $1 \cdot 5400 \cdot 0,50 \cdot 0,75 = 2025 \text{ W}$

Tubo o conducto de diámetro 25mm.

- (C4) Lavadora-lavavajillas
- Cocina-3 puntos de luz → 3

Intensidad de corriente (I) = $3 \cdot 3450 \cdot 0,66 \cdot 0,75 = 5123,25 \text{ W}$

Tubo o conducto de diámetro 20mm.

- (C5) Baño
- Baño-2 puntos de luz → 2

Intensidad de corriente (I) = $2 \cdot 3450 \cdot 0,4 \cdot 0,5 = 1380 \text{ W}$

Tubo o conducto de diámetro 20mm.

Al tratarse de una vivienda modular cuyo principal material es la madera, los huecos para instalaciones se realizaran una vez montada la estructura haciendo los orificios que correspondan en el forjado de madera. Al realizarse el cerramiento con un cerramiento tipo sándwich, dentro de él se pasaran las instalaciones para que estén ocultas. Las instalaciones que vayan por el techo de la vivienda se ocultaran en el falso techo.

Una vez realizado el dimensionamiento de los conductos de agua fría y agua caliente, se deberá calcular el espacio necesario para el paso de instalaciones ya que aunque la red esté situada en el falso techo de la vivienda tendrá que bajar por huecos de paso situados en los cerramientos y de este modo llegar a cada punto de uso.

Para el cálculo de lo anteriormente descrito se atenderá al *Código Técnico de la Edificación (CTE-DB HS, artículo 3.4)* donde dice lo siguiente:

3.4 Separaciones respecto de otras instalaciones

1 El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor y por consiguiente deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción) a una distancia de 4 cm, como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente.

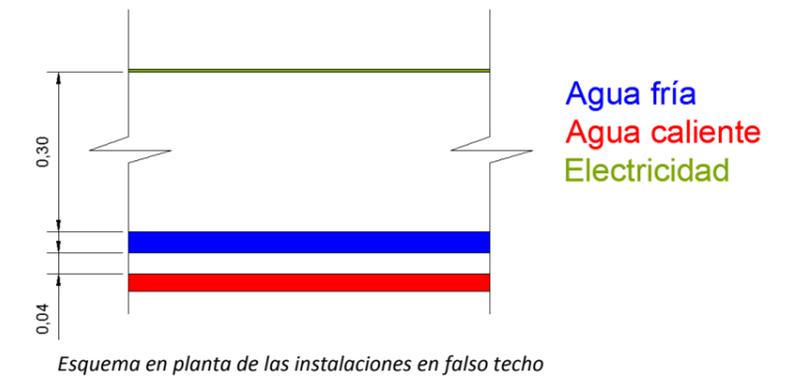
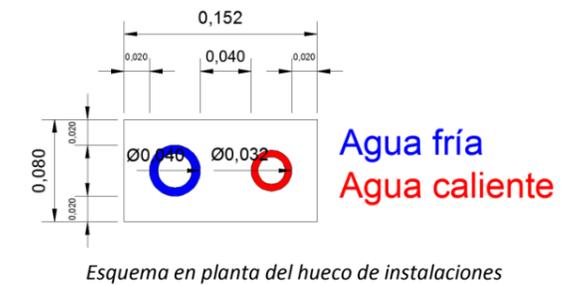
2 Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.

3 Con respecto a las conducciones de gas se guardará al menos una distancia de 3 cm.

En la vivienda, por tanto la dimensión interior del hueco para los conductos de agua fría y caliente será de 15,2x8 cm. Y de este modo se situarán dentro la tubería de agua fría de 4 cm

de diámetro separada del perímetro de hueco 2 cm. y 4cm. de la tubería de agua caliente y ésta a su vez separada otros 2 cm. del perímetro.

El esquema gráfico quedaría de la siguiente forma:



2.6. SELECCIÓN DE MODULO

El pensar en una estructura prefabricada implica pensar en objetos con cierta capacidad de reproducción material, abriendo así las puertas a un proceso de industrialización, que implica además una reducción de las tareas de ejecución en obra, rentabilidad de los procesos y materiales y la posibilidad de una producción eficaz en serie.

Se ha optado por realizar la vivienda con piezas prefabricadas porque esta opción favorece la rapidez en el montaje y en el tiempo de duración de la construcción de la vivienda, lo que también repercutirá económicamente, también las piezas prefabricadas antes de ser puestas en obra pasan un estricto control de calidad y no hay riesgo de que se produzcan deformaciones debido a las condiciones climáticas por lo que se realiza una mejor construcción que del modo convencional y con ello un mejor acabado, y porque realizando de este modo la vivienda se tiene la posibilidad de asegurar costes y que el precio inicial presupuestado coincida con

el final de la obra terminada y no como a menudo pasa al realizar una vivienda convencional que debido a los plazos de ejecución u otros factores se producen sobrecostes no previstos.

La construcción de esta vivienda se trata a la vez de la búsqueda de materiales que en su aplicación nos faciliten la colaboración con la eficiencia energética en mayor o menor medida. Por lo que en el momento del diseño sus cerramientos o elementos de cierre con el exterior, se abre una comparativa sobre la construcción actual de viviendas modulares.

En la actualidad estos son en gran cantidad de geometría rectangulares sustentados y unidos mediante perfiles metálicos, cerrando en su totalidad la vivienda con el exterior. Por otro de esta manera es necesaria la instalación de nuevos elementos en sentido horizontal del mismo modo, para el cierre de cubierta, aportando posteriormente el acabado de cubierta tal y como se especifique y si es necesario.

Esta ejecución nos ofrece una facilidad de montaje y manejo en las planchas o placas, además de su resistencia en los cerramientos verticales frente cargas puntuales o repartidas como el viento, a su vez ofrecida por los perfiles metálicos. Y en cerramientos horizontales se comportan del mismo modo.

Se diseñara una cimentación tipo losa de espesor constante, la cual deberá soportar los esfuerzos de la vivienda dependiendo además de la luz entre cerramientos estructurales. Esta variara y se estudiará para cada tipo de vivienda.

Dentro de estas piezas prefabricadas se ha diseñado que sean en forma de "L" debido a la figura ortogonal que tiene la vivienda y a la facilidad de conformar las paredes y techos de ésta mediante una composición de estas piezas prefabricadas. También se ha de decir que esta forma no implica ningún inconveniente o dificultad en su transporte, fabricación, montaje del

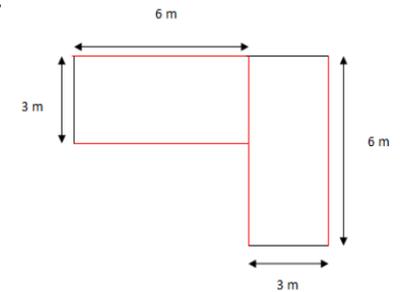
módulo, y permite la facilidad de crecimiento del sistema.

Las dimensiones de éstas piezas se constituyen de forma que teniendo tres metros de altura, cabe la posibilidad de pasar todas las instalaciones y servicios necesarios para dotar la vivienda adecuadamente por el interior de estos cerramientos, cumpliendo con la normativa de la DC-09, artículo 3: "la altura libre mínima será de 2,50 m, admitiéndose descuelgues hasta 2,20 m, con ocupación en planta de cada recinto de hasta el 10% de su superficie útil. En espacios de circulación, baños, aseos y cocinas, la altura libre mínima será de 2,20 m."

Y el ancho es debido a que de este modo se pueden realizar de forma eficaz y sencilla los módulos de dimensiones 3 x 6 que conforman la vivienda.

Para entender mejor la forma en que se conciben los elementos en "L" que configuran el modulo estructural, quedando dispuestos de esta manera únicamente 2 laterales

descubiertos que se cubrirán en el último momento, teniendo una gran variedad de posibilidades. A estos elementos se les prepara los huecos para ventanas e instalaciones en fase de fabricación para que en obra solo sea necesario encajarlos y sellarlos de forma adecuada. De esta forma la construcción de la vivienda se realiza rápidamente.



2.7. REUTILIZACIÓN DE LOS MÓDULOS



La vivienda consta de módulos de 6x3, de esta forma cumple con la normativa de espacios mínimos en las viviendas según la *DC-09*, y también da la opción de ampliarla en una altura más o ampliarla adosando a los dos módulos principales tantos como se deseen.

Partiendo de esta base, se requieren que los módulos no sean monolíticos con la finalidad de que se puedan montar y desmontar fácilmente, ya que lo que se desea es que la vivienda sea reutilizable, es decir, que se pueda trasladar o transportar a otro lugar sin grandes dificultades y garantizando el buen estado de los materiales a pesar de su transporte.

Debido a esta idea de la reutilización de la vivienda también es conveniente que los materiales con los que esté fabricada sean de poco peso y que dispongan de un preencaje para poderlos montar de una forma más rápida y sencilla.

También se desea cumplir con el requisito de sostenibilidad, es decir, que la vivienda y los materiales

que lo componen se puedan mantener durante cierto periodo de tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente. Para ello, se intentarán seleccionar unos materiales reutilizables ya que existirá un ahorro económico y con una reducida huella de CO₂ a la atmósfera que conllevará un menor gasto de energía.

Por último como se ha citado anteriormente la vivienda podrá ser trasladada, pero hay que tener en cuenta que el traslado de los materiales será dentro de Valencia que es para donde está destinada la vivienda, por lo que lo ideal sería la utilización de productos elaborados a partir de materias primas nacionales y fabricados para un consumo local, de esta forma no habrán largas distancias para su transporte y también de esta forma se reducirá la emisión de CO₂.

3.

PROYECTO FÍSICO

3.1. COMPARATIVA DE MATERIALES

3.2. CÁLCULO RESISTENTE

3.2.1 Estructura de acero

3.2.2 Estructura de hormigón armado

3.2.3 Estructura de madera

3.3. SELECCIÓN DE MATERIALES

3.3.1 Justificación de la selección del material

3.3.2 Huella de CO₂

3.3.3 Justificación pormenorizada

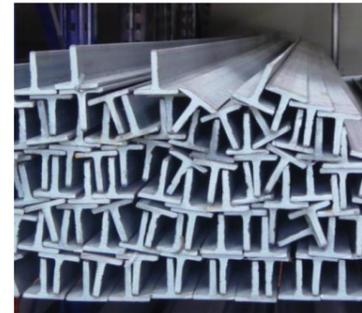
3.4. DETALLES CONSTRUCTIVOS

3.1. COMPARATIVA DE MATERIALES

El objetivo es poder seleccionar para las necesidades requeridas, teniendo en cuenta su análisis del ciclo de vida, posibles aplicaciones y repercusión en el medio ambiente, el material apropiado para aplicar en el módulo estructural de la vivienda.



Creando como primera comparativa la siguiente tabla teniendo en cuenta en primer momento, las propiedades físicas y mecánicas de los siguientes materiales seleccionados.



Se excluyen de esta etapa del estudio los sistemas basados en aluminios y plásticos debido a que, aunque empiezan a tener cierta presencia en algunos países, no se encuentran suficientemente extendidos en el mercado mundial como para que puedan ser considerados una solución constructiva estándar.



	MADERA	ACERO	HORMIGON
Conductividad Eléctrica	Ésta en la madera depende esencialmente de su contenido de agua. Únicamente la madera secada al horno tiene una resistencia tan alta que no pasa por ella ningún valor nominal de corriente	Dado su carácter metálico es buen conductor de la electricidad no obstante su conductividad es la sexta parte del cobre y la cuarta del aluminio	Las regiones superficiales de las estructuras de hormigón expuestas pueden tener valores de conductividad eléctrica elevada o bajos, dependiendo de las condiciones de humedecimiento y secado del medio ambiente, el interior del hormigón generalmente requiere un extenso secado para lograr la baja conductividad.
Resistencia a Compresión	La madera en la dirección de las fibras, resiste menos compresión que a tracción del orden de 0,50, aunque variando de una especie a otra de 0,25-0,70.	El acero posee una alta resistencia a la compresión respecto del hormigón. Pero esta resistencia, está muy por debajo a la alta resistencia del vidrio.	El concreto de uso generalizado tiene una resistencia a la compresión entre 210 y 350kg/cm ² . Esta resistencia puede variar aplicada en la construcción hasta 1400kg/cm ² .
Resistencia a la tracción	Este material es muy indicado para trabajar a tracción (en la dirección de las fibras), viéndose limitados su uso únicamente por la dificultad de transmitir estos esfuerzos a las piezas. Esto significa que en las piezas sometidas a tracción los problemas aparecerán en las uniones.	Las barras de acero soportan bien grandes esfuerzos a tracción y se consideran uno de los materiales idóneos para ello.	Su resistencia a tracción como al esfuerzo cortante son relativamente bajas, por lo cual se debe utilizar en situaciones donde las solicitaciones por tracción o cortante sean muy bajas.
Conductividad Térmica	En la madera es poco, por ello esta descrita como mala conductora del calor. Los poros de la madera seca están menos llenos de aire y este conduce mal el calor.	Este tiene una conductividad térmica mucho menor que otros materiales utilizados normalmente, por lo tanto, el acero tendrá menos riesgo a formar condensaciones interiores, frente a otros materiales.	La conductividad térmica del concreto es uniforme y constante. Modelo isotrópico.
Resistencia a la corrosión	Esta es resistente a los ambientes salinos y a la acción de gases corrosivos. Es especialmente importante en el caso de sectores costeros, piscinas,....	Es el mayor inconveniente de los aceros ya que el hierro se oxida con suma facilidad incrementando su volumen y provocando grietas superficiales que posibilitan el progreso de la oxidación hasta que se consume la pieza por completo.	Posee alta resistencia a la corrosión usando cemento, arena, agua y sílice reactiva y, optativamente aditivos convencionales de concreto, la mejora que comprende manufacturar una mezcla de concreto usando cemento que tiene bajo contenido de aluminato.
Dureza	Es la resistencia que opone al desgaste, rayado,... Depende de su densidad, edad, estructura y si se trabaja en sentido de las fibras o en perpendicular. Cuanta más vieja es más dura se hace.	La dureza de los aceros varía entre aquellas del hierro y la que puede lograrse mediante elementos de aleación y otros procedimientos entre los cuales quizá el más conocido sea el temple, aplicable a aceros con alto contenido en carbono que permite, cuando es superficial, conservar un núcleo tenaz en la pieza que evite fracturas frágiles.	Es un material con una alta dureza, depende del tipo de porosidad que posea el hormigón, será lo que determinara esta propiedad.

Teniendo en cuenta todas estas propiedades la selección del material se trata de la madera, ya que nos ofrece frente el resto una dureza suficiente para nuestros requisitos, dejando la posibilidad de crear diversas soluciones con variación de sus cantos si ésta no se alcanzase.

La resistencia a corrosión y conductividad térmica baja en la zona donde se situará la vivienda (Valencia) nos favorece puesto que se trata de un ambiente agresivo marino y además con un clima Mediterráneo. Otras propiedades técnicas son la resistencia a compresión y tracción, éstas como se especifica son insuficientes pero se debe tener gran precaución con ellas y del posicionamiento de las piezas, puesto que depende de sus fibras.

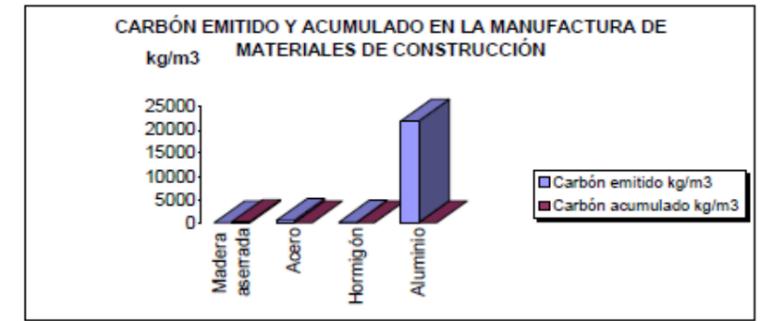
Para cerciorarnos de esta selección se analiza la madera y los componentes constructivos con madera desde el punto de vista del ACV (Análisis de Ciclo de Vida) se obtienen significativas ventajas comparativas en relación a la mayoría de los materiales de amplia difusión en la construcción:

- La producción de madera, aparte de ser útil para la sociedad, actúa como almacén de carbono purificando el aire y contribuyendo a la reducción del efecto invernadero.
- Los procesos de producción y transformación de la madera consumen menos energía que los procesos productivos de otros materiales.
- Si a esto añadimos que mucha de la energía que consume proviene de sus propios residuos el resultado final es que la industrialización de la madera incide positivamente en la reducción de la demanda de combustibles sólidos.

• En el caso de la madera se pueden aprovechar incluso las cenizas devolviéndolas al campo como fertilizantes.

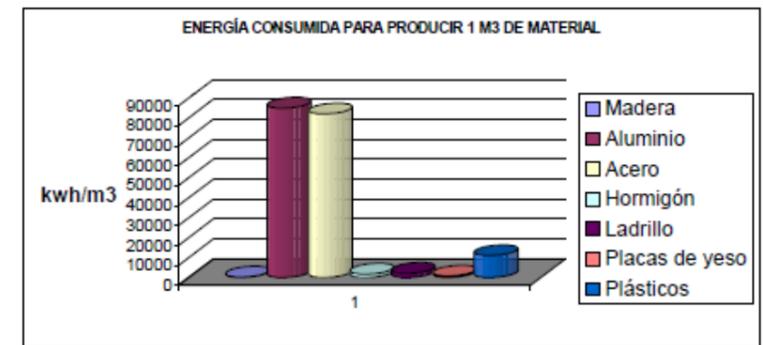
Por otro lado se considerará la aplicación de este material aplicado en la construcción y su repercusión al medio ambiente.

En la producción de madera se genera menos residuos tóxicos que en la producción de otros materiales de construcción, tal como se muestra en los siguientes gráficos:

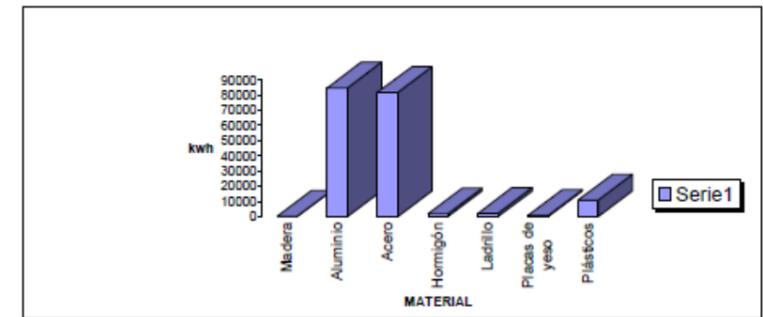


(Fuente: Environmental properties of timber: Forest and wood products research)

En relación a la energía necesaria para producir materiales de construcción el siguiente gráfico muestra las ventajas comparativas de la madera en relación a otros materiales.



En la producción de componentes constructivos también esta tiene ventajas comparativas.



(Fuente: träinformaton de Suecia)

Para finalizar la selección del material más apropiado confrontaremos tres alternativas de una misma vivienda tipo que corresponden a los sistemas constructivos modulares diferentes basados en hormigón, madera y en acero, desde el punto de vista del impacto ambiental y de la capacidad de respuesta a las demandas del cierre de ciclo de los materiales.

Basados en los estudios de investigación de los sistemas modulares de hormigón, madera y acero podemos llegar a diversas conclusiones y a una síntesis comparativa desde los diferentes aspectos que afectan a todo el procedimiento de ejecución:

➤ **Extracción y fabricación de materiales**

El sistema modular de hormigón es el que mayor peso representa con una reducción de un tercio respecto a un sistema convencional de construcción y con valores significativamente menores, frente a los modulares de

madera y acero. Esta aparentemente menor afectación de materiales se ve matizada cuando se suma al análisis la consideración de la intensidad material que representa a la totalidad de materias primas afectadas, ya que mientras que los sistemas convencionales y de hormigón se sitúan en valores similares (1,77 y 1,81tm/tm), el acero registra un incremento de una cuarta parte (2,25tm/tm) y la madera la dobla (3,71tm/tm). Aún así acero y madera implican una menor cantidad total de materiales involucrados.

En lo que respecta a dos indicadores bastante relacionados, la energía y las emisiones de CO₂, el sistema de acero es quien sale peor situado, seguido de cerca por el hormigón y el convencional con variaciones menores al 20%.

La diferencia respecto del sistema de madera sí es muy significativa, puesto que se encuentra en la mitad o por debajo de ella según se compare con los otros tres. Aquí tiene peso la utilización intensiva de un material de origen natural

cuyo proceso industrial no es muy intenso y que, además, actúa como sumidero de CO₂ durante la fase de crecimiento.

En el último de los grupos de indicadores, la toxicidad ambiental y humana que son representadas por las emisiones contaminantes al aire, a la tierra y al agua, también resulta favorable para el sistema de madera ya que es el que más bajos valores registra. Los sistemas convencionales y de hormigón implican entre dos y tres veces la toxicidad de la madera y en el caso del acero los incrementos son de entre cuatro y seis veces. En esto último resulta especialmente significativa la utilización de materiales sintéticos y de alta intensidad industrial que implican grandes cantidades de energía y emisiones.

➤ **Transporte de materiales a obra**

El sistema modular en madera presenta una particularidad distintiva respecto del resto, su origen. Este hecho no puede ser atribuido al material ya que si la madera

empleada fuese de origen local el gasto energético total seguramente sería similar al del acero, que es el más bajo de todos. Por otro lado si ésta se tuviese que importar desde donde este material se encontrase en buenas condiciones o fuese adecuada para construcción, esto supondría que el transporte de ese sistema representaría la mayor parte del gasto energético, puesto que sería el que más dispersión de movimientos y gasto energético presenta

Dejando al margen la madera, los sistemas modulares de hormigón y acero, donde la localización de todos los materiales responde a patrones locales, además de la facilidad de los sistemas modulares que no presentan el problema de la continua reposición de material al almacén.

Debe decirse que también registran un inconveniente de ineficiencia que radica en el transporte de módulos que incluyen importantes niveles de vacío (no se emplea la totalidad de la

capacidad de carga) y la distancia.

➤ **Construcción**

En el cálculo energético, de emisiones y de toxicidad asociadas durante la etapa de construcción se ha realizado una comparación en general del sistema convencional de construcción y el sistema modular, sin tener en cuenta los gastos correspondientes a la fabricación de los módulos, sino que el escenario considerado es la obra in situ. De tal forma la comparación entre el sistema convencional y los modulares registra una particularidad, ya que los módulos son considerados como componentes (de la misma manera que una ventana en el sistema convencional). Aún en la hipótesis de contar la energía de las fábricas modulares, debe tenerse en cuenta que en ellas más que fabricar se acoplan materiales y componentes ya fabricados con los que se conforman las unidades tridimensionales. A partir de ello puede considerarse que, en cualquier caso, el

sistema convencional consume más energía de fabricación que los modulares.

En el caso de los residuos y de la reciclabilidad de los mismos no ocurre lo mismo, es posible afirmar que el sistema convencional es por mucho el que más residuos genera, en una proporción de cinco a uno con respecto al siguiente, el modular de hormigón, que puede llegar de veinte a uno y más en los casos de los sistemas de madera y acero respectivamente. Respecto de la reciclabilidad, todos los sistemas modulares se sitúan por encima del 90% respecto de los residuos generados, hecho que se explica por la propia naturaleza del sistema y el entorno industrial, donde la separación selectiva resulta sencilla de realizar.

➤ **Uso (aprox.50 años)**

A efectos de hacer posible la comparación entre los tres edificios, de composición idéntica aunque materializados por sistemas constructivos diferentes, se los igualó en el cumplimiento de la limitación de la demanda

energética siguiendo la metodología prevista en el DB HE1 (documento sobre limitación de la demanda energética) del Código Técnico de la Edificación mediante la regulación del aislamiento y el factor solar. Esto, que permite igualar los sistemas modulares de hormigón, madera y acero en un mismo umbral, es al mismo tiempo una virtud y un problema. Virtud porque los pone en pie de igualdad, representando cómo sería su respuesta frente a una situación real, y problema porque desdibuja la repercusión térmica de cada material en particular, habida cuenta de que sus limitaciones están suplidas con más o menos aislamiento.

No obstante, los resultados obtenidos permiten realizar una serie de consideraciones. En primer lugar no puede hablarse de grandes diferencias ya que la máxima separación entre los tres sistemas, tomando los valores de consumo de energía y emisiones asociadas, no supera el 6%.

Dependiendo de la zona de situación, generalmente se

entiende que los sistemas más ligeros, la madera y el acero, presenten problemas de incumplimiento de la demanda (excesos en refrigeración) por falta de inercia térmica que les permita acumular y ceder calor en forma desfasada respecto de cómo lo hacen las condiciones del clima exterior. El aumento del aislamiento térmico y la protección solar tienen un límite aquí, debiéndose recurrir a estrategias de sobre ventilación o incorporación de elementos constructivos pesados y, por tanto, que incorporen masa con inercia térmica.

➤ **Derribo**

En este punto de nuevo, se vuelve a comparar para obtener una mayor reflexión sobre la inclinación por la construcción modular; en el derribo resulta significativamente mayor el impacto ambiental del sistema convencional respecto de los modulares. Mientras que el primero implica la demolición in situ de la totalidad de la construcción y, por tanto, una generación de residuos

equivalentes a todos los materiales empleados que es de difícil gestión, en los segundos la demolición se circunscribe a las cimentaciones mientras que los módulos pueden (y así ha sido considerado porque es la situación más habitual) ser removidos, trasladados a fábrica o a un reciclador y allí ser desmantelados, lo que facilita enormemente la gestión de los residuos generados.

La cantidad de energía empleada y emisiones generadas debidas a la actividad de derribo, que incluye el transporte de los residuos, es significativamente mayor a la del transporte de las unidades modulares, hecho que explica la relación de 6 o 7 a 1 del sistema convencional respecto de los modulares. Una diferencia semejante puede verse en la toxicidad.

Los materiales empleados en cada sistema durante la fase de construcción tienen directa relación con la generación de residuos, tanto en lo referente a la cantidad obtenida como a las posibilidades de reciclaje

que unos y otros presentan. El sistema convencional implica un 40% más de residuos que el hormigón, un 65% más que la madera y un 70% más que el acero. Se suma a ello la dificultad del reciclado en el sistema convencional, que sólo alcanza al 5% de los residuos generados mientras que el resto de sistemas, los modulares, alcanzan tasas de reciclado que, aunque bajas, logran aprovechar el 25% y el 50% de los materiales.

➤ **Ciclo de vida**

Es posible establecer una comparación común entre los sistemas modulares de modulares de hormigón, madera y acero.

La silueta más pequeña y, por tanto, que menores impactos globales representa corresponde a la madera, seguida por el hormigón y por último por el acero, con mayores valores en el área de la toxicidad y menores en cuanto a peso y energía.

Respecto de los indicadores sobre reciclaje, se sitúan entre el 92 y el 97% de los residuos generados, aunque

debe aclararse que casi en su totalidad se trata de pequeñas cantidades de embalajes, acero y madera.

En el derribo los sistemas modulares se sitúan entre el 24% y el 45%, ya que las características del proceso industrial favorecen la recuperación de los materiales.

➤ **Conclusión**

Una vez estudiado desde la gran mayoría de los puntos de vista que pueden afectar a cualquier tipo de construcción, y en este caso, la modular, podemos llegar a la conclusión siguiente.

Tomando como indicador las emisiones de CO₂, puede comprobarse que aunque existen grandes diferencias en algunas etapas, en el total del ciclo de vida los sistemas tienden a igualarse debido a su diferente capacidad de respuesta frente a las demandas de cada fase. La madera, por ejemplo, obtiene valores muy bajos en extracción y fabricación que no se mantienen cuando se evalúa el transporte (por la

localización lejana de su fábrica) o el uso (su escasa inercia térmica no le permite retener o ceder calor), aunque aun así es el sistema con mejor desempeño global. En el caso del acero su dependencia de materiales de industrialización intensiva y la baja inercia térmica ya comentada en la madera le impiden obtener buenos resultados. El hormigón compensa un elevado coste en extracción y fabricación con un buen resultado en climatización debido a su capacidad de acumulación térmica.

3.2. CALCULO RESISTENTE

Para el cálculo de la estructura de la vivienda se ha utilizado la aplicación SAP 2000, en su versión 8.3.3, siguiendo los siguientes pasos:

1. Seleccionar las unidades de trabajo, en nuestro caso Kgf/m
2. Generar la rejilla de trabajo
3. Generar los nudos que conforman la unión e intersección de las barras
4. Generar las barras que conforman el nudo
5. Aplicar las restricciones en los nudos
6. Definir el tipo de material de los perfiles
7. Definir el tipo de sección de los perfiles
8. Aplicar la sección a las barras correspondientes
9. Indicar y nombrar los tipos de hipótesis básicas
10. Introducir las cargas sobre la barra y nudos
11. Indicar y nombrar las combinaciones de hipótesis básicas
12. Guardar el modelo

13. Resolver el modelo
 14. Obtención de resultados
- Hemos realizado el cálculo de la estructura con 3 hipótesis: estructura metálica, estructura de hormigón armado y estructura de madera. A continuación desarrollaremos el cálculo para cada una de las estructuras.
- Para la definición de las hipótesis básicas, hemos utilizado la normativa vigente de cuando a Acciones en la Edificación, el DB SE-AE documento básico de seguridad estructural

3.2.1 ESTRUCTURA METÁLICA:

- Características de los materiales:
- Las especificaciones de los principales materiales que intervienen en esta estructura son:
- Estructura metálica compuesta por perfiles IPE.
 - Forjado mixto de chapa grecada con capa de hormigón de espesor total menor de 12 cm.
- El asiento del cono Abrams, no será inferior a 6 cm, el árido 30 se podrá utilizar en muros y cimientos.
- Se tendrá en cuenta el Artículo 26, de la EHE-08 para la utilización adecuada del cemento. El Capítulo XVI "Control de la conformidad de los productos" de la EHE-08, será de aplicación con las especificaciones del artículo 86 a partir de las cuales se aceptarán los materiales a utilizar en obra.
- La Dirección Técnica a partir de un control de obra normal verificará el control de ejecución que desarrolla el artículo 92.

El tipo de acero B-500 S, es el adoptado para todos los elementos estructurales, con un límite elástico de 500 N/mm², cumplirá lo especificado en el artículo 32.3 para barras corrugadas y 32.3 para mallas electrosoldadas cuya designación será B-500T.

-Acciones consideradas:

a) Pesos propios y cargas permanentes:

Las cargas permanentes tomadas por m² de forjado han sido las siguientes:

- Planta cubierta (chapa grecada con capa de hormigón e<12 cm)
- Peso del forjado: 200 kg/m²
- Cubierta plana invertida con acabado grava: 250 kg/m²
- El peso propio de la estructura metálica no se cuantifica al contabilizarlo el programa en el peso propio.
- CARGAS PERMANENTES 450 kg/m²

- Planta Baja (chapa grecada con capa de hormigón e<12 cm)
- Peso del forjado: 200 kg/m²
- Tabiquería (según art 2.1 del DB SE-AE): 100 kg/m²
- Solado (según Anejo C del DB SE-AE) Pavimento de madera: 100 kg/m²
- CARGAS PERMANENTES 400 kg/m²
- b) Sobrecarga de uso:
- Planta Cubierta (Accesible para conservación, con inclin. < 20 ° Categoría de uso G1): 100 kg/m²
- Planta de piso (Viviendas y zonas de habitaciones en hospitales y hoteles, categoría A1): 200 kg/m²
- c) Sobrecarga de nieve:
- Según la tabla 3.7 del artículo 3.5.2 del DB SE- AE del CTE y teniendo en cuenta la altitud topográfica de Valencia sobre el nivel del mar, y que la cubierta es invertida, la sobrecarga de nieve será de:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Siendo:

μ → Coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3

s_k → Valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según 3.5.2 en este caso:

$q_n = 1 \cdot 20 = 20 \text{ Kp/m}^2$. (0.2 kN/m²)

d) Sobrecarga de viento:

Según el artículo 3.5.2 del DB SE- AE del CTE la acción de viento, es en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Siendo:

Q_b → la presión dinámica del viento. Que según el anejo D DB SE- AE del CTE para la situación geográfica de Valencia que es ZONA EOLICA A toma un valor de 0,42 KN/m²

C_e → el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se

encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuerdo con lo establecido en 3.3.3. En nuestro caso hemos tomado el valor de “Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas” con una altura del punto considerado de 9 m, siendo este valor de 2,3.

C_p → el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento. Se define en la tabla 3.5 del artículo 3.3.4 del DB SE- AE del CTE. Que a continuación reproducimos:

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≥ 5,00
Coeficiente eólico de presión, c_p	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coeficiente eólico de succión, c_s	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7

En nuestro caso tomamos el valor de 0,8 por ser el más desfavorable. Por lo que nuestra sobrecarga de viento será de 77,28 kg/m² = 78 kg/m²

e) Acciones sísmicas:

Se aplica la NCSE-02 en el término de Valencia con los siguientes parámetros:

Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

Provincia: Valencia

Término: Valencia

Coef. Contribución $K = 1$
Coeficiente de riesgo: 1.0

Aceleración sísmica básica:
 $A_b/g = 0.06$

Aceleración sísmica cálculo:
 $A_c/g = 0.07$

Coeficiente de suelo Tipo III:
 $C = 1.6$

Parte de sobrecarga a considerar: 0.50

Amortiguamiento: 5 %

Ductilidad de la estructura:
2.00 Ductilidad baja

Número de modos: 6

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Ninguno

f) Acciones térmicas y reológicas:

Dado que los parámetros longitudinales del edificio no superan los 40 m. no se han considerado estas acciones.

g) Combinaciones de acciones:

Según los métodos de cálculo de los estados límites se han considerado las siguientes combinaciones de acciones:

Para los estados límites últimos:

COMB1: 1,33 con carga + 1,5 carga de nieve

COMB2: 1,00 con carga + 1,5 carga de viento

COMB3: 1,33 con carga + 1,5 carga de viento

COMB4: 1,33 con carga + 1,5 carga de nieve + 1,5 cargas de viento

Para los estados límite de servicio:

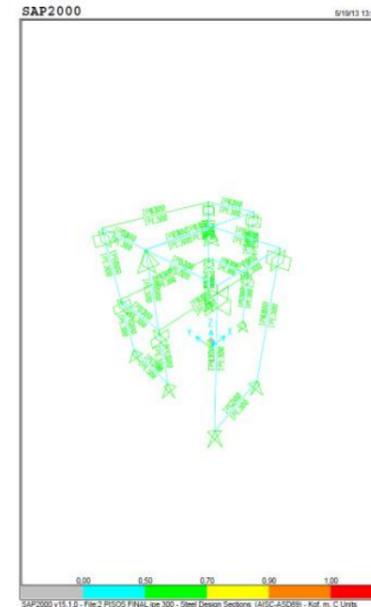
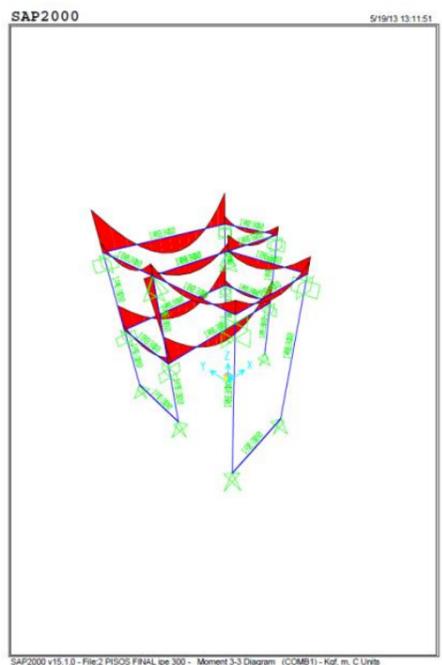
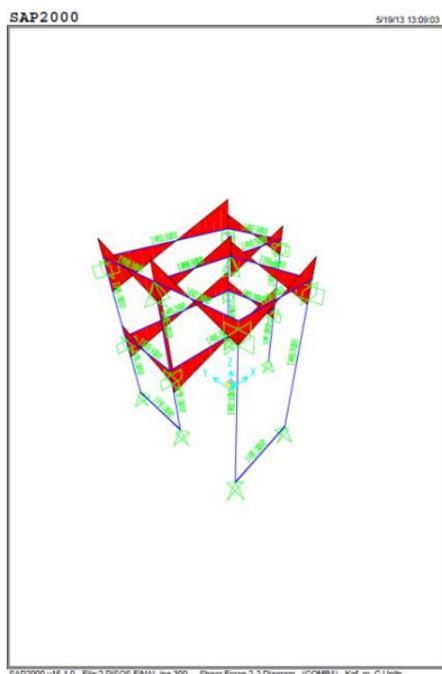
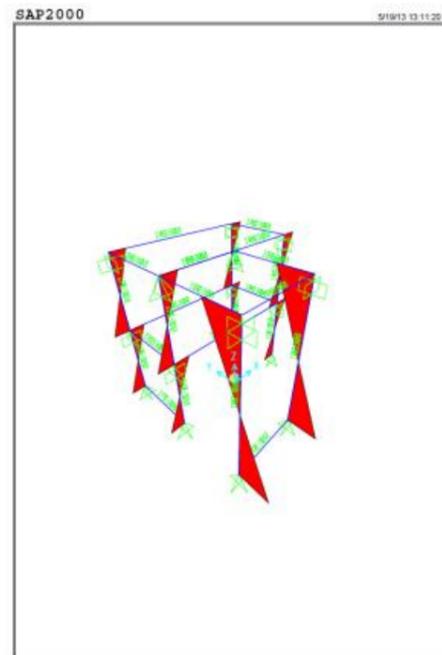
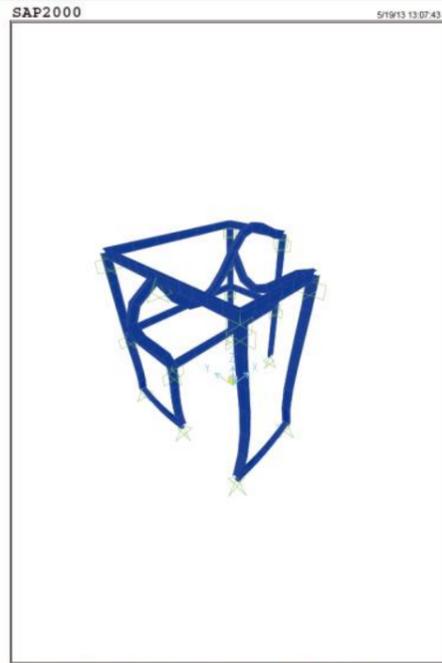
COMB5: 1,00 con carga + 1,00 carga de nieve

COMB6: 1,00 con carga + 1,00 carga de viento

COMB7: 1,00 con carga + 1,00 carga de nieve + 1,00 cargas de viento.

En el caso de la estructura metálica se empezó dimensionando una estructura sencilla, y comprobando que perfil podría sustentarla. El resultado es una estructura formada por perfiles IPE 300.

Diagramas obtenidos por el programa informático SAP2000 donde se calculan y se muestran gráficamente los esfuerzos de la estructura de la vivienda:



3.2.2. ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO:

- Características de los materiales:

Las especificaciones de los principales materiales que intervienen en esta estructura son:

-El tipo de hormigón HA-30 B / 15/ IIa es el adoptado para todos los elementos estructurales de hormigón, sobre probetas cilíndricas a los 28 días.

-El tipo de hormigón HA-30/ B / 30/ IIa es el adoptado para todos los elementos de cimentación y contención de hormigón, sobre probetas cilíndricas a los 28 días.

-Forjado de losa maciza de hormigón armado, grueso total de 20 cm.

El asiento del cono Abrams, no será inferior a 6 cm, el árido 30 se podrá utilizar en muros y cimientos.

Se tendrá en cuenta el Artículo 26, de la EHE-08 para la utilización adecuada del cemento. El Capítulo XVI "Control de la conformidad de los productos" de la EHE-08, será de aplicación con las especificaciones del artículo 86 a partir de las cuales se aceptarán los materiales a utilizar en obra.

La Dirección Técnica, a partir de un control de obra normal, verificará el control de ejecución que desarrolla el artículo 92.

El tipo de acero B-500 S, es el adoptado para todos los elementos estructurales, con un límite elástico de 500 N/mm², cumplirá lo especificado en el artículo 32.3 para barras corrugadas y 32.3 para mallas electrosoldadas cuya designación será B-500T.

-Acciones consideradas:
a) Pesos propios y cargas permanentes:

Las cargas permanentes tomadas por m² de forjado han sido las siguientes:

-Planta cubierta (losa armada de hormigón espesor 20 cm)

Peso del forjado: 500 kg/m²

Cubierta plana invertida con acabado grava: 250 kg/m²

El peso propio de la estructura metálica no se cuantifica al contabilizarlo el programa en el peso propio.

CARGAS PERMANENTES
750 kg/m²

-Planta Baja (losa armada de hormigón espesor 20 cm.)

Peso del forjado: 500 kg/m²

Tabiquería (según art 2.1 del DB SE-AE): 100 kg/m²

Solado (según Anejo C del DB SE-AE) Pavimento de madera: 100 kg/m²

CARGAS PERMANENTES
700 kg/m²

<p>b) Sobrecarga de uso:</p> <p>-Planta Cubierta (Accesible para conservación, con inclin. < 20 ° Categoría de uso G1): 100 kg/m²</p> <p>-Planta de piso (Viviendas y zonas de habitaciones en hospitales y hoteles, categoría A1): 200 kg/m²</p>	<p>d) Sobrecarga de viento:</p> <p>Según el artículo 3.5.2 del DB SE- AE del CTE la acción de viento, es en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, que puede expresarse como:</p>	<p>Cp → el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento. Se define en la tabla 3.5 del artículo 3.3.4 del DB SE- AE del CTE anteriormente adjuntada.</p>	<p>Coeficiente de suelo Tipo III: C = 1.6</p> <p>Parte de sobrecarga a considerar: 0.50</p> <p>Amortiguamiento: 5 %</p> <p>Ductilidad de la estructura: 2.00 Ductilidad baja</p> <p>Número de modos: 6</p>	<p>COMB3: 1,33 con carga + 1,5 carga de viento</p> <p>COMB4: 1,33 con carga + 1,5 carga de nieve + 1,5 cargas de viento</p> <p>Para los estados límite de servicio:</p> <p>COMB5: 1,00 con carga + 1,00 carga de nieve</p> <p>COMB6: 1,00 con carga + 1,00 carga de viento</p> <p>COMB7: 1,00 con carga + 1,00 carga de nieve + 1,00 cargas de viento.</p>	<p>siguientes secciones estructurales:</p> <p>Máximo ancho (b) y canto (h) 20x28 cm.</p> <p>Longitudes máximas: 6 m.</p> <p>Pilares de madera de dimensiones 20x20 cm.</p> <p>El forjado estará compuesto por tableros de madera aserrada de clase resistente C24 y viguetas de 12x8 cm, con un interese de 60 cm., de la misma clase resistente.</p>
<p>c) Sobrecarga de nieve:</p> <p>Según la tabla 3.7 del artículo 3.5.2 del DB SE- AE del CTE y teniendo en cuenta la altitud topográfica de Valencia sobre el nivel del mar y que la cubierta es invertida, la sobrecarga de nieve será de:</p>	<p>$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$</p> <p>Siendo:</p> <p>Qb → Presión dinámica del viento. Que según el anejo D DB SE- AE del CTE para la situación geográfica de Valencia que es ZONA EOLICA A toma un valor de 0,42 KN/m²</p>	<p>En nuestro caso tomamos el valor de 0,8 por ser el más desfavorable, obteniendo una sobrecarga de viento de 77,28 kg/m² = 78 kg/m².</p>	<p>Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Ninguno</p> <p>f) Acciones térmicas y reológicas:</p> <p>Se aplica la NCSE-02 en el término de Valencia con los siguientes parámetros</p>	<p>3.2.3. ESTRUCTURA DE MADERA</p> <p>-Características de los materiales:</p>	
<p>$q_n = \mu \cdot s_k$</p> <p>Siendo:</p> <p>μ → Coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3</p> <p>s_k → Valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según 3.5.2 en este caso:</p> <p>$q_n = 1 \cdot 20 = 20 \text{ Kp/m}^2$.</p> <p>(0.2 kN/m²)</p>	<p>Ce → Coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuerdo con lo establecido en 3.3.3. En nuestro caso hemos tomado el valor de “Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas” con una altura del punto considerado de 9 m, siendo este valor de 2,3</p>	<p>e) Acciones sísmicas:</p> <p>Se aplica la NCSE-02 en el término de Valencia con los siguientes parámetros:</p> <p>Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02</p> <p>No se realiza análisis de los efectos de 2º orden</p> <p>Acción sísmica según X</p> <p>Acción sísmica según Y</p> <p>Provincia: Valencia</p> <p>Término: Valencia</p> <p>Coef. Contribución K = 1</p> <p>Coeficiente de riesgo: 1.0</p> <p>Aceleración sísmica básica: Ab/g = 0.06</p> <p>Aceleración sísmica cálculo: Ac/g = 0.07</p>	<p>Se aplica la NCSE-02 en el término de Valencia con los siguientes parámetros longitudinales del edificio no superan los 40 m. no se han considerado estas acciones.</p> <p>g) Combinaciones de acciones:</p> <p>Según los métodos de cálculo de los estados límites se han considerado las siguientes combinaciones de acciones:</p> <p>Para los estados límites últimos:</p> <p>COMB1: 1,33 con carga + 1,5 carga de nieve</p> <p>COMB2: 1,00 con carga + 1,5 carga de viento</p>	<p>En este caso se ha utilizado una hoja de cálculo para la estructura de vigas y pilares de madera maciza y laminada creada por Ángel M. Cea Suberviola de MaaB arquitectura.</p> <p>Las especificaciones de los principales materiales que intervienen en esta estructura son:</p> <p>La estructura está formada a base de perfiles de madera aserrada con las</p>	

Se toman del DB SE M, tabla E.1 del Código Técnico de la Edificación, los valores referentes a resistencia característica, rigidez y densidad para el cálculo de la hipótesis de carga.

Propiedades	Clase resistente	Clase resistente												
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	
Resistencia (característica) en N/mm ²														
- Flexión	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	
- Tracción paralela	$f_{t,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	
- Tracción perpendicular	$f_{t90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
- Compresión paralela	$f_{c,k}$	16	17	18	19	20	22	22	23	25	26	27	29	
- Compresión perpendicular	$f_{c90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	
- Cortante	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	
Rigidez, en kN/mm ²														
- Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,05,k}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16	
- Módulo de elasticidad paralelo 5º percentil	$E_{0,05,k}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,6	8,7	9,4	10,0	10,7	
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{0,05,k}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	
- Módulo transversal medio	$G_{0,05,k}$	0,44	0,50	0,56	0,58	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	
Densidad, en kg/m ³														
- Densidad característica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	
- Densidad media	ρ_{med}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	

-Acciones consideradas:

a) Pesos propios y cargas permanentes:

$$26,88 / 1,50 = 17,92 \text{ kg/m}^2 = 0,18 \text{ KN/m}^2$$

Las cargas permanentes tomadas por m² de forjado han sido las siguientes:

CARGAS PERMANENTES
1,28 KN/m²

Peso material del forjado: 0,787 KN/m²

Para una separación entre ejes de vigas de 1,50 m:
qp=1,28x1,50= 1,92KN/m

Cubierta plana invertida con acabado grava: 0,250 KN/m²

b) Sobrecarga de uso:

Peso propio de las viguetas: de 0,12x0,08 m con un intereje de 0,60 m:

Categoría de uso	Subcategorías de uso	Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	A1	2	2
	A2		
	Viviendas y zonas de habitaciones en hospitales y hoteles		
	Trasteros	3	2

Densidad media 420 kg/m³

$$0,12 \times 0,08 \times 420 = 4,032 \text{ Kg/m}$$

$$4,032 / 0,60 = 6,72 \text{ kg/m}^2 = 0,0672 \text{ KN/m}^2$$

Peso propio vigas de 0,20x0,32 m con intereje de 1,50 m

$$0,20 \times 0,32 \times 420 = 26,88 \text{ Kg/m}$$

-Sobrecarga de uso en viviendas (carga uniforme)

Categoría A
Subcategoría A1

Sobrecarga de uso en viviendas: 2 KN/m²

Para una separación entre ejes de vigas de 1,50 m:

$$Q_v = 2 \times 1,50 = 3 \text{ KN/m}$$

-Sobrecarga de uso en viviendas (carga concentrada).

Sólo necesaria para la comprobación de viguetas

Categoría A
Subcategoría A1

Valor de carga concentrada en viviendas:

$$P = 2 \text{ KN}$$

H1: Cargas permanentes (carga uniforme)

Total carga uniforme:
qp=1,28x1,50= 1,92KN/m

H2: Sobrecarga de uso (carga uniforme)

Total sobrecarga de uso:
qv= 2x1,50= 3 KN/m

Cargas y Longitud en Vigas

En esta sección hay que introducir el peso debido a la sobrecarga de uso y las debidas a peso propio, como pp del forjado, pavimentos y tabiquería. En el caso de vigas inclinadas en cubierta, puede existir una componente axial.

$q_{su} = 3,00$ KN/ml

$q_{pp} = 2,00$ KN/ml $q_{ppv} = 2,24$ KN/ml, sumando el pp de la viga

$L = 6,00$ m, longitud de cálculo de la viga

Elegir el tipo de viga de entre los siguientes: **VIGA 2 - Apoyada - Empotrada**

TIPO 2 - Viga apoyada - empotrada

$M = \gamma \cdot qL^2/8$
 $V = 5/8 \cdot \gamma \cdot qL$

$f = 0,41 \cdot \delta \cdot qL^4 / E \cdot I$

$M = 0,07 \cdot \gamma \cdot qL^2$ $V = 3/8 \cdot \gamma \cdot qL$

$M_{su} = 13,50$ m·KN $V_{su} = 11,25$ KN

$M_{pp} = 10,06$ m·KN $V_{pp} = 8,38$ KN

Vigas de un vano

TIPO 1 - Viga biapoyada

$V = \gamma \cdot qL/2$

$f = \delta \cdot qL^4 / E \cdot I$

$M = \gamma \cdot qL^2/8$

$V = \gamma \cdot qL/2$

$\delta = \frac{5}{384} = 0,013$

$M_{su} = 13,50$ m·KN $V_{su} = 9,00$ KN

$M_{pp} = 10,06$ m·KN $V_{pp} = 6,71$ KN

TIPO 3 - Viga biempotrada

$M = \gamma \cdot qL^2/12$

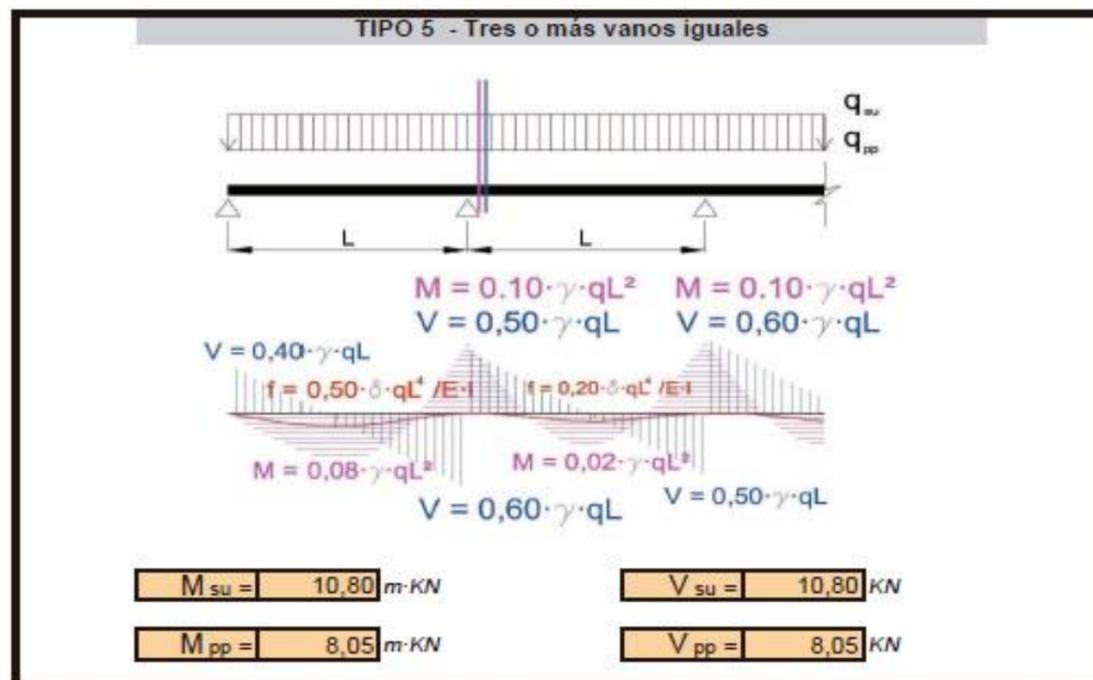
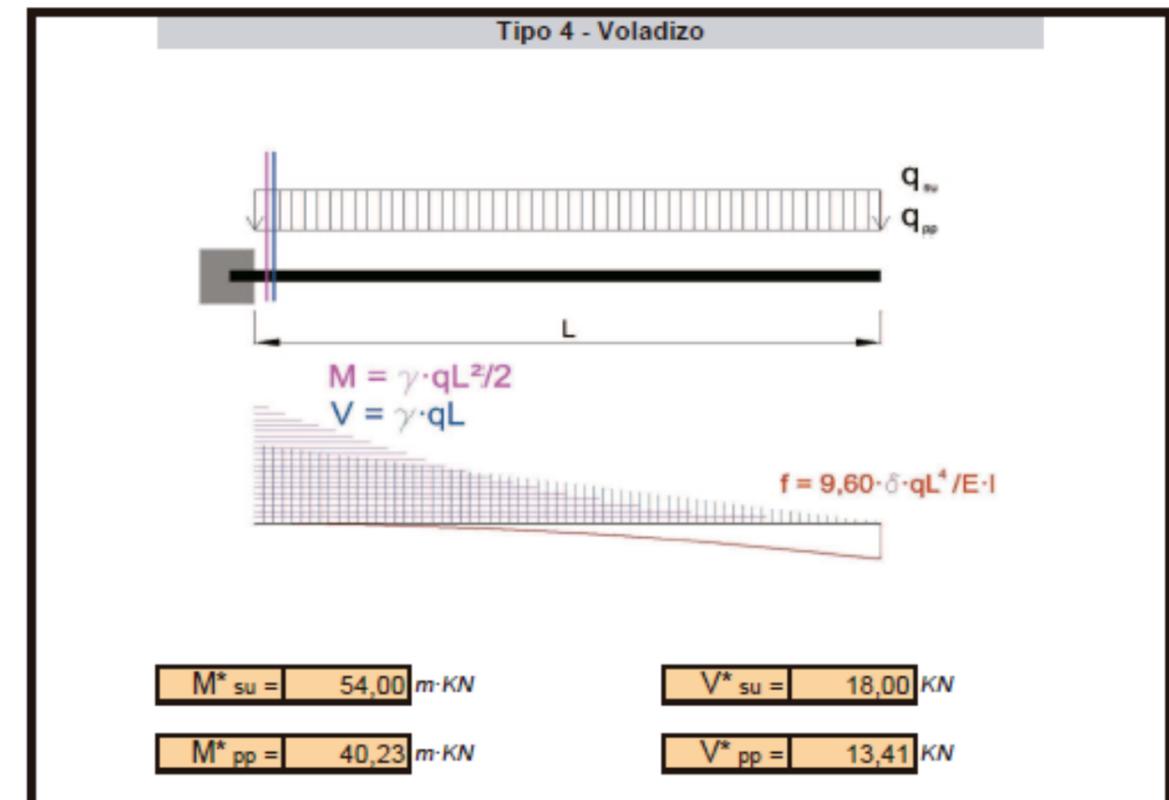
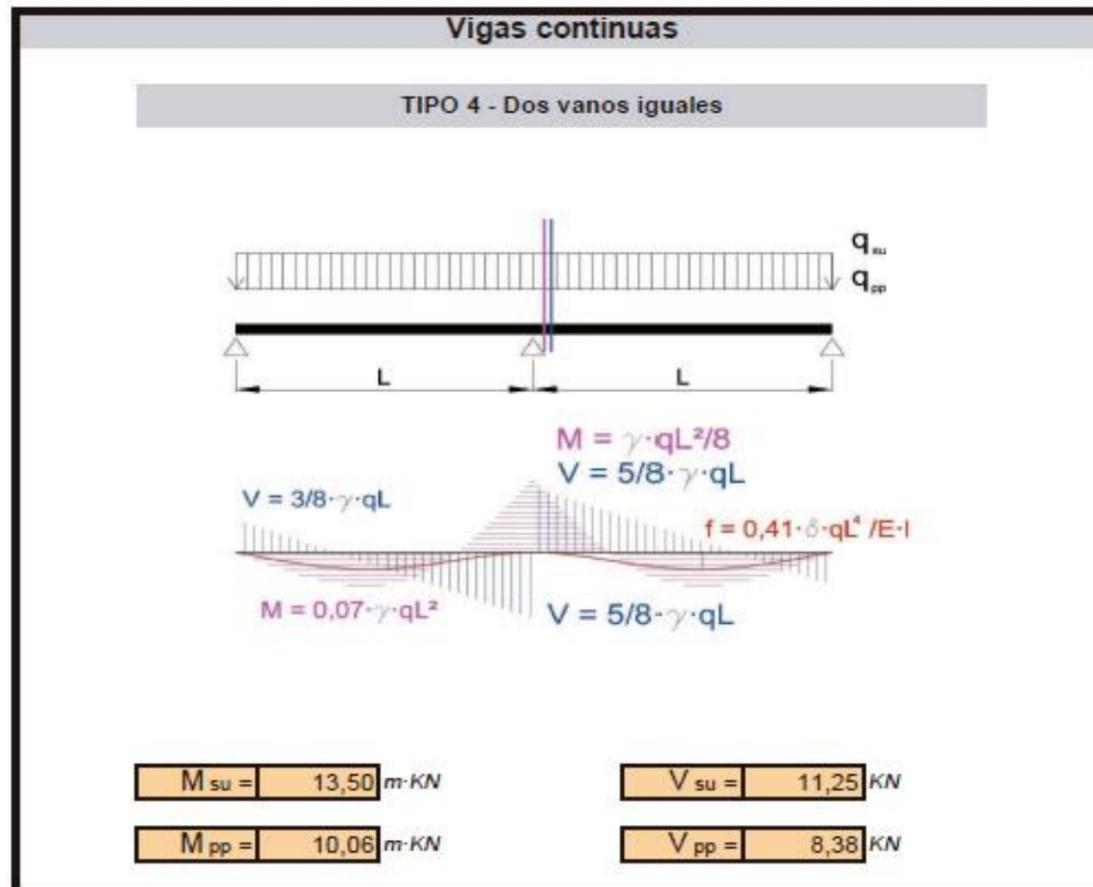
$f = 0,20 \cdot \delta \cdot qL^4 / E \cdot I$

$M = \gamma \cdot qL^2/24$

$V = \gamma \cdot qL/2$

$M^*_{su} = 9,00$ m·KN $V^*_{su} = 9,00$ KN

$M^*_{pp} = 6,71$ m·KN $V^*_{pp} = 6,71$ KN



3.3. SELECCIÓN DE MATERIALES

3.3.1 Justificación de la selección del material

Para saber que material es el más adecuado se utiliza el programa informático CES Selector, este programa funciona a través de una base de datos donde aparecen todos los materiales posibles para construcción de viviendas, etc.

Mediante la introducción de ciertos valores o características que queremos que cumpla el material, el propio programa va seleccionando y descartando que materiales cumplen con esas cualidades.

En nuestro caso de la vivienda modular se partía de datos obtenidos anteriormente por otra aplicación informática llamada SAP para el cálculo de estructuras, por lo que en un principio se establecieron límites en cuanto a la densidad media que tendría que ser como mínimo de 460 kg/m³, el módulo de Young que como mínimo será de 12 Gpa y la

resistencia a cortante que sería al menos de 4 Mpa.

Otros datos exigibles al material que finalmente fuese seleccionado es que respondiera a la humedad y sal marina al menos como su límite de uso y la reacción a las radiaciones ultravioleta fuese buena. Estas características concretas que tenía que cumplir el material son debidas a que la vivienda se va a situar en Valencia, y en esta localidad existe mucha humedad y sal debido a que es una zona costera y el clima suele ser en general soleado, aparte existe probabilidad de que esta vivienda sea un apartamento de playa por lo que se deben considerar estos factores.

Tras estas restricciones que se han adoptado de 3905 materiales de los que se disponía en un principio en la base de datos, se han quedado disponibles 140 materiales todos ellos maderas.

Ya que 140 materiales siguen siendo demasiados para seleccionar el más adecuado para este tipo de vivienda modular, hemos

añadido nuevas restricciones como son que el precio de la madera no supere 1€/kg y que no sea perjudicial para ésta el estar en contacto con alimentos.

Tras estas nuevas restricciones de 140 tipos de madera se reducen a tan sólo 6 tipos que son píceas, abedul, abeto, roble, palmera y pino, y entre estos 6 las más adecuadas para este tipo de construcción son el abeto o pino ya que las demás están más enfocadas a cajas de madera, muebles, etc.

Entre el abeto y pino finalmente se ha decidido que el material por el que esté construido la vivienda modular sea el pino ya que aunque el abeto también es adecuado para la construcción estudiando la ficha técnica disponible en el CES Selector de cada uno de estos dos tipos de madera el abeto aparte de para la construcción se enfoca más a una madera apta para la realización de puertas, cercos de ventanas..., es decir para la carpintería, y la madera de pino se utiliza más en aspectos constructivos ya

que es una madera muy resistente y también se utiliza en entibaciones, para contrachapados, tableros compuestos...

A continuación se muestra una tabla que nos da el programa informático donde se realiza la comparación entre los dos tipos de madera y se observa claramente que la del pino es más apta en este caso ya que su resistencia a tracción, elongación, módulo de compresibilidad, dureza, etc. es mayor.



	Pine (<i>pinus sylvestris</i>) (l)	Fir (l) (md)
General Properties		
Density (kg/m ³)	480 - 580	430 - 530
Price (EUR/kg)	0,541 - 1,09	0,541 - 1,09
Composition overview		
Base	Other	Other
Wood type	Softwood	Softwood
Composition detail (polymers and natural materials)		
Wood (%)	100	100
Bio-data		
RoHS (EU) compliant grades?	✓	✓
Toxicity rating	Non-toxic	Non-toxic
Food contact	Yes	Yes
Mechanical properties		
Young's modulus (GPa)	11,8 - 14,4	12 - 14,7
Flexural modulus (GPa)	10,7 - 13,1	10,9 - 13,3
Shear modulus (GPa)	0,87 - 1,07	0,89 - 1,09
Bulk modulus (GPa)	0,46 - 0,52	0,35 - 0,39
Poisson's ratio	0,35 - 0,4	0,35 - 0,4
Shape factor	5,3	5,4
Yield strength (elastic limit) (MPa)	43,6 - 53,2	39 - 47,7
Tensile strength (MPa)	91,8 - 112	63,5 - 77,6
Compressive strength (MPa)	45 - 55	39,8 - 48,6
Flexural strength (modulus of rupture) (MPa)	81 - 99	68,3 - 83,4
Shear strength (MPa)	8,3 - 10,1	7,6 - 9,3
Elongation (% strain)	2,1 - 2,57	1,43 - 1,74
Hardness - Vickers (HV)	3,56 - 4,35	2,87 - 3,51
Hardness - Brinell (MPa)	36 - 44	40,4 - 49,4
Hardness - Janka (kN)	3,56 - 4,35	2,87 - 3,51
Fatigue strength at 10 ⁷ cycles (MPa)	24,3 - 29,7	20,5 - 25
Fracture toughness (MPa.m ^{0.5})	3,8 - 4,6	3,3 - 4
Mechanical loss coefficient (tan delta)	0,0069 - 0,0084	0,0068 - 0,0084
Differential shrinkage (radial) (%)	0,15 - 0,19	0,12 - 0,14
Differential shrinkage (tangential) (%)	0,25 - 0,36	0,19 - 0,24
Radial shrinkage (green to oven-dry) (%)	3,3 - 4	4 - 4,8
Tangential shrinkage (green to oven-dry) (%)	7 - 8,5	8,3 - 10,1
Volumetric shrinkage (green to oven-dry) (%)	11,2 - 12,4	11,7 - 14,3
Work to maximum strength (kJ/m ³)	21,6 - 26,4	57,7 - 70,5
Thermal properties		
Glass temperature (°C)	77 - 102	77 - 102
Maximum service temperature (°C)	120 - 140	120 - 140
Minimum service temperature (°C)	-73 - -23	-73 - -23
Thermal conductivity (W/m.°C)	0,23 - 0,28	0,21 - 0,26
Specific heat capacity (J/kg.°C)	1660 - 1710	1660 - 1710
Thermal expansion coefficient (μstrain/°C)	2 - 11	2 - 11

Electrical properties		
Electrical resistivity (μohm.cm)	6e13 - 2e14	6e13 - 2e14
Dielectric constant (relative permittivity)	5,37 - 6,56	4,94 - 6,04
Dissipation factor (dielectric loss tangent)	0,06 - 0,074	0,055 - 0,067
Dielectric strength (dielectric breakdown) (MV/m)	0,4 - 0,6	0,4 - 0,6
Optical properties		
Transparency	Opaque	Opaque
Durability: flammability		
Flammability	Highly flammable	Highly flammable
Durability: fluids and sunlight		
Water (fresh)	Limited use	Limited use
Water (salt)	Limited use	Limited use
Weak acids	Limited use	Limited use
Strong acids	Unacceptable	Unacceptable
Weak alkalis	Acceptable	Acceptable
Strong alkalis	Unacceptable	Unacceptable
Organic solvents	Acceptable	Acceptable
UV radiation (sunlight)	Good	Good
Oxidation at 500C	Unacceptable	Unacceptable
Wear resistance	Unacceptable	Unacceptable
Primary material production: energy, CO2 and water		
Embodied energy, primary production (MJ/kg)	8,77 - 9,7	8,77 - 9,7
CO2 footprint, primary production (kg/kg)	0,358 - 0,396	0,358 - 0,396
NOx creation (g/kg)	2,57 - 2,84	2,57 - 2,84
SOx creation (g/kg)	6,56 - 7,25	6,56 - 7,25
Water usage (l/kg)	665 - 735	665 - 735
Eco-indicators for principal component		
Eco-indicator 95 (millipoints/kg)	6,6	6,6
Eco-indicator 99 (millipoints/kg)	41,6	
EPS value	62,7 - 69,3	62,7 - 69,3
Material processing: energy		
Coarse machining energy (per unit wt removed) (MJ/kg)	1,37 - 1,52	1,35 - 1,49
Fine machining energy (per unit wt removed) (MJ/kg)	9,43 - 10,4	9,23 - 10,2
Grinding energy (per unit wt removed) (MJ/kg)	18,4 - 20,3	18 - 19,9
Material processing: CO2 footprint		
Coarse machining CO2 (per unit wt removed) (kg/kg)	0,103 - 0,114	0,101 - 0,112
Fine machining CO2 (per unit wt removed) (kg/kg)	0,707 - 0,782	0,692 - 0,765
Grinding CO2 (per unit wt removed) (kg/kg)	1,38 - 1,52	1,35 - 1,49
Material recycling: energy, CO2 and recycle fraction		
Recycle	✗	✗
Recycle fraction in current supply (%)	8,55 - 9,45	8,55 - 9,45
Downcycle	✓	✓
Combust for energy recovery	✓	✓
Heat of combustion (net) (MJ/kg)	20,7 - 22,1	20,7 - 22,1
Combustion CO2 (kg/kg)	1,76 - 1,85	1,76 - 1,85
Landfill	✓	✓
Biodegrade	✓	✓
A renewable resource?	✓	✓

Tras la selección del pino silvestre como madera para la construcción de la vivienda modular la ficha técnica de este material es la siguiente:

Pine (pinus sylvestris) (I)

Identification

Designation

Pinus sylvestris (L)

General Properties

Density	480	-	580	kg/m ³
Price	* 0.541	-	1.09	EUR/kg

Composition overview

Composition (summary)

Cellulose/Hemicellulose/Lignin/12%H₂O

Base	Other
Wood type	Softwood

Composition detail (polymers and natural materials)

Wood	100	%
------	-----	---

Bio-data

RoHS (EU) compliant grades?	True
Toxicity rating	Non-toxic
Food contact	Yes

Mechanical properties

Young's modulus	* 11.8	-	14.4	GPa
Flexural modulus	10.7	-	13.1	GPa
Shear modulus	* 0.87	-	1.07	GPa
Bulk modulus	* 0.46	-	0.52	GPa
Poisson's ratio	* 0.35	-	0.4	
Shape factor	5.3			
Yield strength (elastic limit)	* 43.6	-	53.2	MPa
Tensile strength	91.8	-	112	MPa
Compressive strength	45	-	55	MPa
Flexural strength (modulus of rupture)	81	-	99	MPa
Shear strength	8.3	-	10.1	MPa
Elongation	* 2.1	-	2.57	% strain
Hardness - Vickers	* 3.56	-	4.35	HV
Hardness - Brinell	36	-	44	MPa
Hardness - Janka	* 3.56	-	4.35	kN
Fatigue strength at 10 ⁷ cycles	* 24.3	-	29.7	MPa
Fracture toughness	* 3.8	-	4.6	MPa.m ^{0.5}

Mechanical loss coefficient (tan delta)	* 0.0069	-	0.0084	
Differential shrinkage (radial)	0.15	-	0.19	%
Differential shrinkage (tangential)	0.25	-	0.36	%
Radial shrinkage (green to oven-dry)	3.3	-	4	%
Tangential shrinkage (green to oven-dry)	7	-	8.5	%
Volumetric shrinkage (green to oven-dry)	11.2	-	12.4	%
Work to maximum strength	21.6	-	26.4	kJ/m ³

Thermal properties

Glass temperature	77	-	102	°C
Maximum service temperature	120	-	140	°C
Minimum service temperature	* -73	-	-23	°C
Thermal conductivity	* 0.23	-	0.28	W/m.°C
Specific heat capacity	1.66e3	-	1.71e3	J/kg.°C
Thermal expansion coefficient	* 2	-	11	µstrain/°C

Electrical properties

Electrical resistivity	* 6e13	-	2e14	µohm.cm
Dielectric constant (relative permittivity)	* 5.37	-	6.56	
Dissipation factor (dielectric loss tangent)	* 0.06	-	0.074	

Dielectric strength (dielectric breakdown)	* 0.4	-	0.6	MV/m
--	-------	---	-----	------

Optical properties

Transparency	Opaque
--------------	--------

Durability: flammability

Flammability	Highly flammable
--------------	------------------

Durability: fluids and sunlight

Water (fresh)	Limited use
Water (salt)	Limited use
Weak acids	Limited use
Strong acids	Unacceptable
Weak alkalis	Acceptable
Strong alkalis	Unacceptable
Organic solvents	Acceptable
UV radiation (sunlight)	Good
Oxidation at 500C	Unacceptable
Wear resistance	Unacceptable

Primary material production: energy, CO2 and water

Embodied energy, primary production	* 8.77	-	9.7	MJ/kg
CO2 footprint, primary production	* 0.358	-	0.396	kg/kg
NOx creation	2.57	-	2.84	g/kg
SOx creation	6.56	-	7.25	g/kg
Water usage	* 665	-	735	l/kg

Eco-indicators for principal component

Eco-indicator 95	6.6		
	millipoints/kg		
Eco-indicator 99	41.6		
	millipoints/kg		
EPS value	62.7	-	69.3

Material processing: energy

Coarse machining energy (per unit wt removed)	* 1.37	-	1.52	MJ/kg
Fine machining energy (per unit wt removed)	* 9.43	-	10.4	MJ/kg
Grinding energy (per unit wt removed)	* 18.4	-	20.3	MJ/kg

Material processing: CO2 footprint

Coarse machining CO2 (per unit wt removed)	* 0.103	-	0.114	kg/kg
Fine machining CO2 (per unit wt removed)	* 0.707	-	0.782	kg/kg
Grinding CO2 (per unit wt removed)	* 1.38	-	1.52	kg/kg

Material recycling: energy, CO2 and recycle fraction

Recycle	False			
Recycle fraction in current supply	8.55	-	9.45	%
Downcycle	True			
Combust for energy recovery	True			
Heat of combustion (net)	* 20.7	-	22.1	MJ/kg
Combustion CO2	* 1.76	-	1.85	kg/kg
Landfill	True			
Biodegrade	True			
A renewable resource?	True			

Notes

Typical uses

Construction; general carpentry; pit props; poles, masts, plywood, pulpwood, composite-boards.

Warning

All woods have properties which show variation; they depend principally on growth conditions and moisture content.

Reference sources

Data compiled from multiple sources. See links to the References table.

3.3.2 Huella de CO2

Para el cálculo de la huella de CO2 se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

El cálculo se ha hecho de forma genérica para la versión más pequeña de vivienda que es la de dos módulos, no se ha hecho con excesivo detalle por la complejidad y la diversidad de formas que hay actualmente para su

cálculo. Se ha presentado en una hoja de Excel.

Para obtener el valor de la huella de CO2 para cada material se han utilizado los valores que aparece en cada ficha de cada material en la aplicación CES Selector.

Para el valor de la huella de CO2 de reciclado se ha optado por elegir el valor más bajo, siendo éste el que

Corresponde a la molienda del material una vez termina su vida útil.

Para la estimación del valor de la huella durante la vida útil de la vivienda se ha estimado la energía que se va a consumir durante el tiempo en que va a usarse la vivienda, en nuestro caso 50 años.

VIVIENDA MODULAR										
		Datos vivienda				huella CO2				TOTAL
		M3	M2	Dens.	Kg	Producción		Reciclado		
						KgCO2/Kg	Total	KgCO2/Kg	Total	
CIMEN.		21,6		2300	49680	0,0903	4486,104	0,0631	3134,808	7620,91
ESTRUC.	pino español	2,28		500	1140	0,841	958,74	0,0966	110,124	1068,86
FACHADAS Y PARTICIONES	CARP. MADERA pino oregon	0,696	6,96	535	372,36	0,358	133,30488	0,102	37,98072	171,29
	FACHADA									
	Madera e=3cm	2,16	72	580	1252,8	0,358	448,5024	0,102	127,7856	576,29
	Aislante e=6cm	4,32	72	135	583,2	3,6	2099,52	0,108	62,9856	2162,51
	Placas yeso e=1,5cm	1,44	72	1150	1656	0,316	523,296	0,0441	73,0296	596,33
	PARTICIONES									
	Placas yeso e=1,5cm	0,243	16,2	1150	279,45	0,316	88,3062	0,0441	12,323745	100,63
	Aislante e=4,6cm	0,3726	8,1	135	50,301	3,6	181,0836	0,108	5,432508	186,52
	VIDRIO	0,032	20	2400	76,8	1,67	128,256	0,494	37,9392	166,20
CUBIERTAS	Hormigon celular 5 cm	1,8	36	1150	2070	0,0903	186,921	0,0613	126,891	313,81
	Membrana impermeabilizante	0,144	36	30	4,32	4,28	18,4896	0,0362	0,156384	18,65
	Aislante poliestireno extruido 4 cm	1,44	36	50	72	4,04	290,88	0,0484	3,4848	294,36
	Grava 5 cm	1,8	36	2575	4635	0,0147	68,1345	0,464	2150,64	2218,77
REVESTIM.	SUELO MADERA parquet de bambu	1,71	34,2	700	1197	0,299	357,903	0,115	137,655	495,56
	FALSO TECHO	0,54	36	1150	621	0,316	196,236	0,0441	27,3861	223,62
	REVESTIMIENTO BAÑO	0,27	27	2225	600,75	1,59	955,1925	0,239	143,57925	1098,77
	PINTURA	0,0875	87,5	1300	113,75	0,53	60,2875			60,29
	SUELO BAÑO	0,036	1,8	2225	80,1	1,59	127,359	0,239	19,1439	146,50
	TOTAL									17519,86

Las particiones interiores están compuestas por tabique de yeso laminado con aislante interior.

Los revestimientos del baño son de baldosas cerámicas.

Los falsos techos son de escayola y la pintura es pintura plástica. No se tiene en cuenta la huella de CO2 para el reciclaje de la pintura ya que se molerá con el muro en que se haya aplicado.

Para la cimentación se realizará una losa de hormigón armado de 60 cm de espesor.

La carpintería de la vivienda será de madera de pino Oregon y el vidrio será laminado de 6+4+6.



Para el cálculo de la huella de CO2 durante la vida útil de la vivienda en primer lugar estimaremos la energía que va a consumir la vivienda durante el periodo de 50 años que es el que hemos supuesto como vida útil de la misma:

El consumo de energía eléctrica estimado en la vivienda es de 18,78 Kw/día. Lo que al cabo de 50 años supone un consumo de:

18,78 Kw/día x 365 días x 50 años = 342735 Kw

En el caso de la energía eléctrica hay que descontar la que obtenemos con las placas solares:

17,1 Kw/día x 365 días x 50 años = 312075 Kw

En este caso el consumo de energía es:

342735 Kw – 312075 Kw = 30660 Kw

La huella de CO2 correspondiente al consumo de electricidad es de 0,278 kg CO2/kw, lo que en nuestro caso supone:

30660 Kw x 0,278 Kg CO2 = 8523,48 Kg CO2

- Conclusión:

Para la construcción, uso y posterior reciclaje de nuestro módulo, la huella de CO2 corresponde al siguiente valor:

*Huella de CO2 durante la construcción:

11308,51 Kg CO2

*Huella de CO2 durante el uso:

8523,48 Kg CO2

*Huella de CO2 durante el reciclaje:

6211,34 Kg CO2

Total huella de CO2
26043,33 Kg CO2

3.3.3. Justificación pormenorizada

Trataremos de realizar una valoración para la justificación desde el punto de vista de las certificaciones existentes para poder aplicar a nuestro sistema.



El primer sistema es el Cradle to Cradle, este es un concepto diseñado de manera independiente por el analista industrial suizo Walter Stahel, el arquitecto americano William McDonough y el químico alemán Michael Braungart.

Trata de una aproximación revolucionaria al rediseño del sistema industrial humano apoyado en la convicción de que el diseño meditado en las fases iniciales de cualquier proyecto (basado en la productividad regeneradora y saludable de los modelos naturales) puede crear una industria que sostenga y equilibre los aspectos socia-

les, ambientales y económicos inherentes a cualquier actividad humana.

El objetivo es conseguir el máximo valor social, ambiental y económico mediante la práctica del diseño inteligente. Sus principios son:

- El residuo es siempre un recurso.
- Usar energías renovables.
- Fomentar la biodiversidad.
- Eco efectividad siguiendo los principios de diseño de la naturaleza.

Su insistencia de involucrarse hacia la naturaleza en busca de guía, representa una ruptura con el pasado.

Los humanos nos hemos centrado en lo que podemos hacer mejor que la naturaleza, pero nuestra búsqueda de la independencia de las fuerzas naturales ha tenido un alto precio.

Nos encontramos, actualmente, dependientes de un sistema industrial que no es sostenible en el futuro.

Las primeras industrias se basaban en la aportación aparentemente inacabable de “capital” natural. El mineral de hierro, la madera, el agua, el grano, el ganado, el carbón y la tierra eran las materias primas de los sistemas de producción que fabricaban bienes para las masas, y lo siguen siendo hoy en día.

La naturaleza misma era percibida como “la madre tierra” que, en continua regeneración, podía absorber todo y continuar creciendo.

Hoy en día nuestra comprensión de la naturaleza ha cambiado drásticamente.

Estudios recientes apuntan a que los océanos, el aire, las montañas, las plantas y los animales que los habitan son más vulnerables de lo que los primeros innovadores jamás pudieron imaginar.

Las industrias actuales siguen ejerciendo como cuando los humanos tenían una concepción del mundo muy diferente. Ni la salud de los sistemas naturales, ni la conciencia de su delica-

deza, complejidad e interrelación han formado parte de la agenda del diseño industrial. La infraestructura industrial de la que disponemos es lineal: está focalizada en la fabricación de un producto y en su traspaso rápido y económico a un cliente, sin muchas más consideraciones.

El sistema lineal es creado en un solo sentido de la cuna a la tumba. Se extraen los recursos, se transforman en productos, se venden, y al final se arrojan a algún tipo de “tumba”.

De la Cumbre de la Tierra de 1992 surgió una estrategia, la eco-eficiencia. La eco-eficiencia transformaría la industria humana de un sistema que toma, produce y tira a otro que integraría preocupaciones económicas, ambientales y éticas. Las industrias, en todo el planeta, consideran actualmente que la eco-eficiencia es la estrategia de cambio más correcta. El término eco-eficiencia quiere decir “hacer más con menos”, un precepto cuyas raíces se remontan a los

principios de la industrialización.

Ya se trate de reducir la cantidad de residuos tóxicos generados/emitados, la cantidad de materias primas utilizadas, o incluso el propio tamaño del producto, la reducción es uno de los mandamientos básicos del eco-eficiencia, pero esto no acaba con el agotamiento y la destrucción sólo los ralentiza haciendo que ocurran en incrementos más pequeños a lo largo de un período de tiempo más largo.

Reducir la cantidad de emisiones peligrosas producidas por la industria puede ser un objetivo eco-eficiente importante, igual que encontrar mercados que reutilicen los residuos.

Esto puede hacer sentir a industrias y clientes que se está haciendo algo bueno para el medio ambiente, porque cantidades enormes de residuos parecen “desaparecer”. En muchos casos estos residuos y cualquier tóxico o producto contaminante que contengan, son

simplemente trasladados a otro sitio.

Actualmente nos encontramos con diferentes métodos que tratan de calmar nuestra conciencia respecto nuestro comportamiento hacia la naturaleza, este es el reciclaje.

La mayoría del reciclaje en realidad es infraciclaje (downcycling), por lo que la calidad de un material se reduce con el tiempo. Por ejemplo: cuando se reciclan plásticos distintos de los utilizados en las botellas de refrescos o de agua, se mezclan con diferentes plásticos para producir un híbrido de menor calidad y de menos utilidad. Los materiales y el valor perdido en esos procesos de reciclaje no son las únicas preocupaciones, el infraciclado puede realmente aumentar la contaminación.

La voluntad de reciclar ha pasado por alto otras consideraciones de diseño.

Un material por el simple hecho de ser producto para el reciclaje, no se convierte automáticamente en benigno desde el punto de

vista ecológico, especialmente si no fue diseñado específicamente para ser reciclado. Adoptar ciegamente aproximaciones ecológicas superficiales sin entender plenamente sus consecuencias puede no ser mejor – y puede incluso ser peor- que no hacer nada.

El infra ciclado tiene una desventaja añadida; puede ser más caro para los negocios, en parte porque intenta forzar a los materiales a entrar en más ciclos de vida que aquellos para los que fue originalmente diseñado, esta conversión es compleja y engañosa, ya que consume energía y recursos.

El concepto de eco-efectividad significa trabajar sobre las cosas correctas – sobre los productos, los servicios y los sistemas correctos- en lugar de hacer que las cosas incorrectas sean menos perjudiciales. Una vez que se están haciendo las cosas correctamente, entonces sí tiene sentido hacerlas “bien” con la ayuda de la eficiencia, entre otras herramientas.

Por ello se establecen los mandamientos a tener en cuenta en el nuevo diseño, en lugar de ir refinando la actual infraestructura destructiva se deberían de reunir personas e industrias para empezar a crear lo siguiente:

- Construcciones que, al igual que los árboles, produzcan más energía de la que consumen y depuren sus propias aguas residuales.
- Factorías que produzcan como efluente agua potable.
- Materiales por valor de miles de millones, recuperados anualmente para usos humanos y naturales.
- Medios de transporte que mejoran la calidad de vida al mismo tiempo que distribuyen productos y servicios.
- Productos que, una vez finalizada su vida útil, no se conviertan en basura inútil, sino que puedan ser devueltos al suelo para que se descompongan y se conviertan en alimentos para plantas animales y en nutrientes para la tierra; o

en caso contrario, que puedan ser reincorporados a los ciclos industriales para proporcionar materias primas de alta calidad para nuevos productos.

- Un mundo de abundancia, y no uno de limitaciones, contaminación y desechos.

En conclusión, los humanos deben aprender a imitar la naturaleza en su altamente efectivo sistema de la cuna a la cuna con respecto a los flujos de nutrientes y al metabolismo, en los cuales el propio concepto de desecho no existe. Eliminar el concepto de residuo significa diseñar las cosas – los productos, los embalajes y los sistemas- desde su origen, pensando que no existe el residuo, significa que los valiosos nutrientes contenidos en los materiales conforman y determinan el diseño: la forma sigue a la evolución, no solo a la función.

Por ello el sistema Cradel to Cradel crea una certificación evaluando los materiales, donde los creadores de productos pueden seleccionar ingredientes que cumplan con cinco criterios que se

deben aplicar. Además estas exigencias se evalúan mediante un sistema de puntuación que ofrece acceder a diferentes niveles de certificación dependiendo del objetivo a conseguir. Estos cuatro niveles son: Básico, Plata, Oro y Platino.

Los criterios exigidos son respecto a:



Salud material:

Garantizar que todos los componentes químicos de los productos estén definidos como positivos (ya sea óptimos/verdes o tolerables/amarillos). Esta cualidad se juzga según un conjunto de criterios ambientales y de salud humana, y se deberá eliminar del proceso y reemplazar cualquier componente que esté clasificado como rojo (riesgo alto) o gris (no puede clasificarse).

	BASICO	PLATA	ORO	PLATINO
Todos los compuestos de los materiales deben ser identificados. (Por debajo de 100 partes por millón).	X	X	X	X
Definido como nutriente Biológico o Químico.	X	X	X	X
Todos los materiales deben ser evaluados según su intención de uso y según el impacto que vayan a tener en la salud humana y ambiental respecto a unos criterios: Salud humana: Cancerígeno, Trastorno endocrino, Mutagenicidad, Teratogénesis, Toxicidad grave, Toxicidad crónica, Irritación, Sensibilidad. Salud ambiental: Toxicidad en los peces, Toxicidad en las algas, Persistencia-Biodegradación, Bioacumulación, Importancia climática. Clase de materiales: Contenido orgánico halogenado, Contenido de metal pesado.	X	X	X	X
Estrategia desarrollada para optimizar todos los ingredientes restantes y los materiales problemáticos.	X	X		
Optimizar la fórmula de un producto.			X	X
Ninguna madera procedente de bosques en peligro de extinción.			X	X
Cumple con las normas de emisión Cradle to Cradle.			X	X
Todas las maderas son certificadas con FSC.				X
Contiene al menos el 25% de componentes evaluados VERDES.				X



Reutilización de Materiales:

Se deben poder identificar los flujos de materiales que se pueden reutilizar cuando el producto se recupera después de haber sido usado por el usuario o el cliente. Los materiales se reutilizan como materias primas en el proceso de fabricación (ciclo técnico) o como nutrientes biológicos (ciclo biológico).

	BASICO	PLATA	ORO	PLATINO
Definir el ciclo del producto (Técnico o Biológico) y desarrollar un plan para la recuperación del producto y su reutilización.	X	X	X	X
Plan de recuperación definido. Demostrar que existe una logística bien definida y un plan de recuperación para el producto.			X	X
Recuperación, reutilización o reciclaje del producto para un nuevo producto de valor igual o superior.				X
Reutilización de nutrientes ≥ 50 puntos.		X	X	X
Reutilización de nutrientes ≥ 65 puntos.			X	X
Reutilización de nutrientes ≥ 80 puntos.				X



Uso de energía renovable:

Uno de los tres principios más importantes de Cradle to Cradle® (los otros dos son "los desechos equivalen a alimentos" y "fomentar la diversidad como en la naturaleza") es usar la

energía solar actual, lo cual significa que ese uso de energía debe ser, en la mayor medida posible, renovable. De esta manera, las empresas Cradle to

Cradle garantizan que la mayoría de sus actividades y productos tengan un impacto positivo en el medio ambiente y en la salud de los seres humanos.

	BASICO	PLATA	ORO	PLATINO
Especificar la fuente y la cantidad de energía empleada en la cadena de fabricación.	X	X	X	X
Estrategias desarrolladas para el uso de energía solar en el proceso de fabricación.			X	X
Uso de un 50% de energía solar en la fabricación del producto final y el montaje.			X	X
Uso de un 50% de energía solar en la totalidad del producto.				X



Administración del agua:

Las empresas que siguen este camino deben demostrar que están usando los recursos del agua de un modo responsable y eficiente, y que los vertidos de las fábricas a los ríos locales sean lo más limpios posibles.

	BASICO	PLATA	ORO	PLATINO
Crear o adoptar los principios de conservación del agua.		X	X	X
Especificar los flujos de agua relacionados con la fabricación del producto.			X	X
Medidas de conservación.				X
Medidas de descarga innovadoras.				X



Responsabilidad social:

Las empresas deben demostrar que cumplen con los más estrictos principios de responsabilidad en relación a su personal, y deberán esforzarse en garantizar que las empresas de su cadena de suministro no estén violando estos principios.

	BASICO	PLATA	ORO	PLATINO
Se ha adoptado y puesto a disposición pública una o varias campañas para llevar a cabo objetivos sociales y éticos.		X	X	X
Demostrar que se ha comenzado con el desarrollo de una actividad social.			X	X
Certificación o valoración social admisible por terceros.				X



Por otro lado debemos comprobar otro sistema llamado LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental), una certificación a diferencia de Cradle to Cradle que nace una filosofía sin ningún principio impuesto, valorando el material de manera individualizada, no tiene ese inicio en una filosofía pero sigue los principios de Cradle to Cradle, valorando el impacto de los recursos utilizados para certificar y analizar todo el ciclo de vida de un edificio.

Esta certificación proporciona la verificación mediante terceros de que un edificio, casa o comunidad fue diseñada y construida utilizando estrategias orientadas a alcanzar un alto nivel de satisfacción en lo que se refiere a salud humana y ambiental como son: desarrollo sostenible, ahorro de

agua, eficiencia energética, selección de materiales y calidad del ambiente interior.

Desarrollado por los EE.UU. Green Building Council (USGBC) en el año 2000, los sistemas de clasificación LEED se ejecutaron a través de un proceso dirigido por los comités de LEED. La próxima actualización del sistema de calificación LEED, acuñado LEED 2012, es el siguiente paso en la mejora continua y permanente del ciclo de desarrollo de LEED.

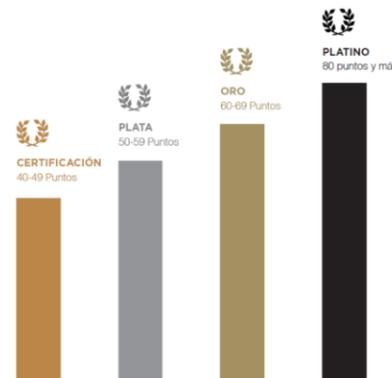
Los edificios con certificación LEED están diseñados para conseguir:

- Menores costes de ejecución y aumento del valor activo.
- Reducir los residuos enviados al vertedero
- Conservar energía y agua
- Ser más sano y seguro para los ocupantes
- Reducir las dañinas emisiones de gases de efecto invernadero
- Calificar para devolución de impuestos, subsidios y otros incentivos de

zonificación en cientos de ciudades

Dentro de esta certificación existen diferentes clasificaciones para poder aplicar la valoración con mayor exactitud y proximidad a la realidad. La clasificación escogida por la vivienda modular para certificar sus créditos es, "Nuevas construcciones y grandes reformas".

A continuación se enumeran los objetivos y requisitos de cada crédito.



TERRENOS SOSTENIBLES		Puntos Posibles	Adquiridos por Vivienda
Requisito	Prevenición de la contaminación en las actividades de construcción	Necesario	Necesario
Crédito 1	Elección del emplazamiento	1	1
Crédito 2	Desarrollo de la densidad y conexión con la comunidad	5	0
Crédito 3	Reurbanización de campos	1	
Crédito 4.1	Alternativa de transporte- Acceso de Transporte Público	6	4
Crédito 4.2	Alternativa de transporte- Trastero para bicicletas y vestuarios	1	1
Crédito 4.3	Alternativa de transporte- Vehículos de baja emisión y combustible eficientes	3	2
Crédito 4.4	Alternativa de transporte	2	1
Crédito 5.1	Desarrollo del emplazamiento	1	1
Crédito 5.2	Desarrollo del emplazamiento	1	1
Crédito 6.1	Aguas Pluviales	1	0
Crédito 6.2	Aguas Pluviales - Control de calidad	1	1
Crédito 7.1	Efecto isla de calor - Sin cubierta	1	1
Crédito 7.2	Efecto isla de calor - Cubierta	1	1
Crédito 8	Reducción de la contaminación lumínica	1	1
			15/26

EFICIENCIA DEL AGUA		Puntos Posibles	Adquiridos por Vivienda
Requisito	Reducción del uso de agua	Necesario	Necesario
Crédito 1	Eficiencia del agua de jardín	2 a 4	2
Crédito 2	Innovación en tecnologías de aguas residuales	2	1
Crédito 3	Reducción del uso de agua	2 a 4	2
			5/10

ENERGIA Y ATMOSFERA		Puntos Posibles	Adquiridos por Vivienda
Requisito 1	Puesta en servicio de Sistemas de Energía	Necesario	Necesario
Requisito 2	Rendimiento mínimo de energía	Necesario	Necesario
Requisito 3	Gestión de refrigerantes	Necesario	Necesario
Crédito 1	Rendimiento Óptimo de Energía	1 a 19	8
Crédito 2	Energía renovable	1 a 7	3
Crédito 3	Mejorar la puesta en servicio de los sistemas de energía	2	2
Crédito 4	Mejorar la gestión de refrigerantes	2	0
Crédito 5	Medición y verificación	3	1
Crédito 6	Energía verde	2	1
			15/35

MATERIALES Y RECURSOS		Puntos Posibles	Adquiridos por Vivienda
Requisito 1	Recogida y Almacenamiento de materiales reciclables	Necesario	Necesario
Crédito 1.1	Reutilización edificio - mantener las paredes existentes, suelos y techos	1 a 3	3
Crédito 1.2	Reutilización edificio - mantener elementos no estructurales existentes en el interior	1	1
Crédito 2	Gestión de residuos de la construcción	1 a 2	2
Crédito 3	Reutilización de materiales	1 a 2	2
Crédito 4	Contenido reciclado	1 a 2	1
Crédito 5	Materiales Regionales	1 a 2	2
Crédito 6	Materiales renovables	1	1
Crédito 7	Madera certificada	1	1
			13/14

CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR		Puntos Posibles	Adquiridos por Vivienda
Requisito 1	Rendimiento mínimo de la calidad de aire interior	Necesario	Necesario
Requisito 2	Control del ambiente por el humo del tabaco	Necesario	Necesario
Crédito 1	Supervisión de la entrega de aire exterior	1	1
Crédito 2	Incremento de la ventilación	1	1
Crédito 3.1	Ejecución de un Plan de gestión de calidad del aire interior- Durante la construcción	1	1
Crédito 3.2	Ejecución de un Plan de gestión de calidad del aire interior- Antes de la ocupación	1	1
Crédito 4.1	Materiales de baja emisión - Adhesivos y sellantes	1	1
Crédito 4.2	Materiales de baja emisión - Pinturas y recubrimientos		1
Crédito 4.3	Materiales de baja emisión - Pavimentos	1	1
Crédito 4.4	Materiales de baja emisión - Compuestos de madera y productos de fibras agrícolas	1	1
Crédito 5	Control de la fuente contaminante y química interior	1	1
Crédito 6.1	Control de sistemas - Iluminación	1	1
Crédito 6.2	Control de sistemas - Confort térmico	1	1
Crédito 7.1	Confort térmico - Diseño	1	1
Crédito 7.2	Confort térmico - Comprobación	1	1
Crédito 8.1	Luz natural y vistas - Luz natural	1	1
Crédito 8.2	Luz natural y vistas - Vistas	1	1
			15/15

INNOVACION EN EL DISEÑO		Puntos Posibles	Adquiridos por Vivienda
Crédito 1	Innovación en el diseño	1 a 5	3
Crédito 2	Profesional acreditado LEED	1	1
			4/6

PRIORIDAD REGIONAL		Puntos Posibles	Adquiridos por Vivienda
Crédito 1	Prioridad Regional	1 a 4	2
			2/4

Tras la valoración de todos los aspectos a tener en cuenta obtenemos una valoración de 54 puntos sobre 100. Lo que nos sitúa dicha vivienda modular en el nivel Plata entre 50-59 puntos.

Podemos concluir diciendo que la aplicación de esta certificación en la vivienda modular propuesta no es totalmente factible ya que, este tipo de certificaciones son aplicables en base con los mismos criterios tanto para este tipo de viviendas como si se tratase de una convencional. Además a esto hay que sumarle la falta de precisión ya que se trata de un proyecto a realizar sin ningún tipo de ejecución material, donde se hayan podido valorar con exactitud los valores.

Por otro lado se debe tener en cuenta para mayor detalle en la certificación LEED, los valores que en relación a la vivienda modular deberían ser destacados son Energía y Atmosfera (13.63%) donde se valoran selección de productos que sean cultivados, cosechados, producidos y transportados de manera sostenible y que además ellos mismos sean sostenibles. Se promueve la reducción de residuos, así como la reutilización y el reciclaje, particularmente premia la reducción de residuos en origen de un producto y Materiales y

Recurso (11.81%) apreciando estrategias en cuanto a energía: la puesta en marcha, la vigilancia del uso de energía, el diseño eficiente y la construcción, el uso de electrodomésticos y sistemas de iluminación eficientes y, el uso de fuentes renovables y limpias de energía, y otras medidas innovadoras.

Estas frente al resto de requisitos los cuales aportan la gran cantidad de porcentaje a esta clasificación son de pequeña envergadura.

De esta manera y una vez valorada los dos tipos de certificaciones aplicables a nuestra vivienda para poder colaborar con el medio ambiente, llegamos a la conclusión que nos son de gran relevancia en este caso y en cambio la valoración del ciclo de vida nos aporta valores de mayor importancia.

Un análisis de ciclo de vida o "análisis de la cuna a la tumba", o, más comúnmente, balance ambiental, es una herramienta de diseño que investiga y evalúa los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia (extracción, producción, distribución, uso y desecho).

Se trata de una metodología empleada en el estudio del ciclo de vida de un producto y de su proceso de producción con herramientas para evaluar el impacto potencial sobre el ambiente de un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida mediante la cuantificación del uso de recursos para la producción de éste, valorando el suministro de las materias primas necesarias para fabricarlo, transporte de materias primas, la fabricación de intermedios y, por último, el propio producto, incluyendo envase, la utilización del producto y los residuos generados por su uso y emisiones ambientales

asociados con el sistema que se está evaluando.

El ACV permite obtener un modelo simplificado de un sistema de producción y de los impactos ambientales asociados, sin embargo, no pretende entregar una representación total y absoluta de cada interacción ambiental.

A pesar de solicitar una cobertura sobre todo el ciclo de vida de un producto, en muchos casos resulta difícil abarcar todas las actividades desde la “cuna a la tumba”, por lo que se debe definir claramente el sistema requerido para que el producto cumpla con una determinada función.

- Ciclo de vida de un producto:

Este empieza en el diseño y desarrollo del producto y finaliza al final de vida de las actividades (reutilización, reciclaje, etc.) a través de las siguientes etapas:

- Adquisición de materias primas:
Todas las actividades necesarias para la extracción de las materias primas y las aportaciones de

energía del medio ambiente, incluyendo el transporte previo a la producción.

- Proceso y fabricación:
Actividades necesarias para convertir las materias primas y energía en el producto deseado. En la práctica esta etapa se compone de una serie de sub-etapas con productos intermedios que se forman a lo largo de la cadena del proceso.

- Distribución y transporte:
Traslado del producto final al cliente.

- Uso, reutilización y mantenimiento:
Utilización del producto acabado a lo largo de su vida en servicio.

- Reciclaje:
Comienza una vez que el producto ha servido para su función inicial y consecuentemente se recicla a través del mismo sistema de producto (ciclo cerrado de reciclaje) o entra en un nuevo sistema de producto (ciclo de reciclaje abierto).

- Gestión de los residuos:
Comienza una vez que el producto ha servido a su función y se devuelve al medio ambiente como residuo.



3.4. DETALLES CONSTRUCTIVOS

Las cimentaciones por losa, también conocidas como cimentaciones por placa son aquellas cimentaciones superficiales que se disponen en plataforma, la cual tiene por objeto transmitir las cargas del edificio al terreno distribuyendo los esfuerzos uniformemente.

Estas losas llevan una armadura principal en la parte superior para contrarrestar la contrapresión del terreno y el empuje del agua subterránea, y una armadura inferior, debajo de las paredes portantes y pilares, para excluir en lo posible la producción de flechas desiguales.

En casos de terrenos de poca resistencia para cimentación (inferior a 1 kg/cm²), puede ocurrir que las zapatas de los pilares aislados tiendan a juntarse.

La cimentación por losa es una buena solución cuando:

- La construcción posee una superficie pequeña en relación al volumen

(rascacielos, depósitos, silos).

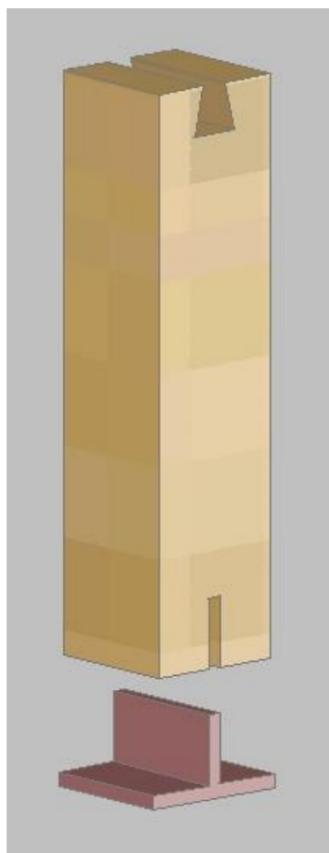
- La base de cimientos calculada resulta tal que la transmisión de carga a 45° representa una profundidad excesiva.

- El terreno tiene estratificación desigual y son previsible asientos irregulares

- El terreno de asiento es flojo y de gran espesor y los pilotes a colocar serían exageradamente largos.

En nuestro caso, para la tipología de vivienda y las cargas se ejecutará una losa plana de 60 cm. de espesor.

Para la unión de la cimentación con la estructura, se alojarán en la cimentación unos pernos de anclaje para una placa de asiento que se unirá a los pilares de la estructura. La placa tendrá forma de T invertida y se introducirá en el pilar de madera atornillada.



diferentes direcciones, se ha definido como una unión de cola de milano, una unión de simple ejecución y muy eficaz. Este tipo de unión es una unión carpintera tradicional que ha recuperado su vigencia gracias a la fabricación mediante el control numérico, la precisión alcanzada es muy elevada y el costo se ha reducido notablemente.

Actualmente se emplean en estructuras de luces reducidas (hasta 10 o 12 m) y en obras de rehabilitación.

Las razones que llevan a utilizar este tipo de unión son, generalmente, de carácter estético, buscando una apariencia tradicional para la construcción; sin embargo, también resultan más económicas.

A continuación se desarrollan los detalles de los puntos de unión de la estructura de madera.

Se han desarrollado dos tipos de uniones válidos para realizar todos los enlaces de los elementos de la estructura con el fin de simplificar el montaje de la misma para que la sencillez sea la característica principal y fundamental del concepto de nuestra casa modular.

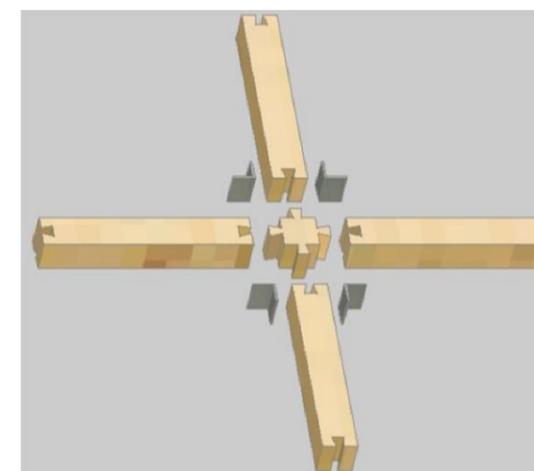
El diseño del nudo que une pilares y vigas en las

La imagen que se muestra a continuación es un esquema de las uniones de los distintos nudos de la vivienda:



Los nudos se enlazan encajando unas piezas con otras, las cuales generan un nudo rígido al atornillar unas placas de acero para fijar el nudo.

Esquema de la unión:



A continuación se detalla el tipo de unión para enlazar dos módulos en paralelo. Este tipo de unión es a diente de perro con una pieza de ensamble, se deja además una pequeña junta de dilatación:

Esquema de la unión:

Unión ejecutada:



4. VALORACIÓN ECONÓMICA

En el aspecto económico la vivienda prefabricada, y en concreto este tipo de vivienda modular, tiene grandes ventajas frente a otros tipos de vivienda.

Esto se debe a que al estar realizada a base de módulos que son realizados en una fábrica exterior a la obra, los tiempos de construcción de la vivienda son mucho más exactos y no suelen aparecer imprevistos que producen un incremento del coste proyectado al inicio de la obra, ya que sólo se tiene en cuenta el transporte, montaje y acabados finales de los módulos.

Mediante estos módulos también se pueden realizar varias combinaciones para conseguir diferentes tipos de viviendas lo que proporciona un gran uso y explotación de los módulos en forma de "L" y por tanto en una misma producción ejecutar tantos módulos como sean necesarios para la vivienda, lo que abarata considerablemente los costes de producción.

A continuación, se observan dos tipos de tablas comparando de forma

simplificada lo que costaría una vivienda convencional de las mismas dimensiones de la vivienda tipo, es decir 36 m2, realizada a base de hormigón armado y nuestra vivienda modular.

Éstos cálculos se han realizado partiendo de la base de datos del Instituto Valenciano de la Edificación (IVE de Mayo de 2013) y de forma simplificada de tal manera que no se tienen en cuenta algunos capítulos como movimiento de tierras, red de saneamiento, mobiliario, acabados, etc. ya que tanto para la vivienda modular como para la vivienda convencional nos costaría económicamente lo mismo porque el tiempo de ejecución y los materiales serían iguales.



		VIVIENDA CONVENCIONAL						
		€/M3	€/M2	€/UD	M3	M2	UD	TOTAL €
CIMENTACION		201,24			43,52			8757,96
ESTRUCTURA			77,95			62,56		4876,55
FACHADAS Y PARTICIONES	CARPINTERIA			1238,23			1	1238,23
	FACHADA		128,63			63		8103,69
	PARTICIONES		34,54			13,5		466,29
INSTALACIONES	ELECTRICIDAD			2371,68			1	2371,68
	CLIMATIZACIÓN			3663,08			1	3663,08
	FONTANERIA			2790,91			1	2790,91
CUBIERTAS			56,07			42,16		2363,91
REVESTIMIENTOS	SUELO		82,39			31,5		2595,29
	TECHO		35,47			36		1276,92
	SUELO BAÑO		35,25			4,5		158,63
TOTAL								38663,14

		VIVIENDA MODULAR						
		€/M3	€/M2	€/UD	M3	M2	UD	TOTAL €
CIMENTACION		201,24			43,52			8757,96
ESTRUCTURA			50,15			125,56		6296,83
FACHADAS Y PARTICIONES	CARPINTERIA			1114,407			1	1114,41
	PARTICIONES		34,54			13,5		466,29
INSTALACIONES	ELECTRICIDAD			2015,928			1	2015,93
	CLIMATIZACIÓN			3113,618			1	3113,62
	FONTANERIA			2372,2735			1	2372,27
CUBIERTAS			56,07			42,16		2363,91
REVESTIMIENTOS	SUELO		82,39			31,5		2595,29
	TECHO		35,47			36		1276,92
	SUELO BAÑO		35,25			4,5		158,63
TOTAL								30532,06

Como se observa, el resultado de la valoración económica en cuanto a la ejecución de cada tipo de vivienda es muy bajo, esto es debido a lo que anteriormente se ha comentado (muchos

capítulos de las fases de ejecución se han obviado por ser muy similares).

A pesar de esto se observa claramente la diferencia económica entre realizar una vivienda modular y una

convencional ya que la primera es un 20% más económica

La energía embebida contempla la energía utilizada en los procesos de fabricación de los productos o materiales utilizados para la construcción del edificio, por eso será favorable el mínimo uso e intensidad de procesos energéticos para

su extracción, producción y transformación, reduciendo así el uso de combustibles fósiles y las emisiones a la atmósfera asociadas a los materiales de construcción y con ello produciéndose un menor gasto económico. Ya que la vivienda

convencional de la modular están fabricadas con diferentes materiales, estas emitirán diferentes cantidades de energía embebida que es preciso comparar como se observa en las siguientes tablas adjuntas:

		ENERGÍA EMBEBIDA			
		VIVIENDA CONVENCIONAL			
		M3	KG	MJ/KG	TOTAL MJ
CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO	HORMIGÓN	51,52	103040	0,95	97888,00
	BOVEDILLAS CERAMICAS		2700	10	27000,00
	ACERO		250,7	24,6	6167,22
FACHADA	LADRILLO CARAVISTA		10850	8,2	88970,00
	PANEL DE LANA MINERAL		3240	16,6	53784,00
	LH-9		9860	3	29580,00
PARTICION DE PLACA DE YESO		0,675	60,75	6,75	410,06
SUELO DE LA VIVIENDA DE PARQUET			252	8,5	2142,00
SUELO Y PARAMENTOS DE BAÑO DE GRES			180	1	180,00
TECHO	PLACA DE YESO	0,9	81	6,75	546,75
	PANEL DE LANA MINERAL		1440	16,6	23904,00
TOTAL					330572,03

		ENERGÍA EMBEBIDA			
		VIVIENDA MODULAR			
		M3	KG	MJ/KG	TOTAL MJ
CIMENTACIÓN-LOSA	HORMIGÓN	43,52	87040	0,95	82688,00
	ACERO		3699	24,6	90995,40
ESTRUCTURA DE MADERA DE PINO		23,4	12870	9	115830,00
PARTICION DE PLACA DE YESO		0,675	60,75	6,75	410,06
SUELO DE LA VIVIENDA DE PARQUET			252	8,5	2142,00
SUELO Y PARAMENTOS DE BAÑO DE GRES			180	1	180,00
TECHO DE PANEL DE ESCAYOLA	PLACA DE YESO	0,9	81	6,75	546,75
	PANEL DE LANA MINERAL		1440	16,6	23904,00
TOTAL					316696,21

Como se observa en las tablas, realizando un cálculo aproximado de los dos tipos de viviendas y a pesar de que se han obviado algunos capítulos por ser similares, la energía embebida en la vivienda convencional es de 330.572MJ frente a 316.696MJ de la vivienda modular, esto se traduce en un 5% menos de energía embebida que se emite tan sólo en su fabricación y por lo tanto un ahorro y un menor coste económico que también se debe considerar y tener en cuenta.

5. BIBLIOGRAFÍA

Al ser un tema de actualidad gran parte de la información aportada se ha obtenido de las páginas web de los fabricantes y de información general acerca de los contenidos del proyecto.

- NEUFERT

Arte de proyectar en arquitectura

- Huella de carbono en el CEACV, de la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge de la Generalitat Valenciana.

- REAL DECRETO 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSR-02).

- UNE-EN 1912:2012 Madera estructural.

Clases resistentes.
Asignación de calidades visuales y especies.
LEY 3/2004, de 30 de junio, de la Generalitat, de Ordenación y Fomento de la Calidad de la Edificación (LOFCE).

- GUÍA - BT-25 GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN:

Instalaciones interiores

- DECRETO 151/2009, de 2 de octubre.

- ORDEN de 7 de diciembre de 2009, de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda aprobado en el Decreto 151/2009 de 2 de octubre, del Consell.

- CORRECCIÓN de errores de la Orden de 7 de diciembre de 2009, del Decreto 151/2009.

- ORDEN 19/2010, de 7 de septiembre de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, de modificación del Decreto 151/2009.

- CTE Documento Básico

- Inventory of Carbon and Energy (ICE) Version 1.6a. University of Bath's embodied energy and embodied carbon database.

- CES Selector 2013

- SAP 2000 versión 15

- Guía del estudiante de Diseño de acero estructural asistido por computadora, de J.C. Fernández Surco

- Proyecto de Materiales para la arquitectura sostenible:

Sostenibilidad en el Hotel Empúries.

- Reglamento técnico de baja tensión. (REBT)